

# **CONFERENCIAS INVITADAS**

## **EVOLUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS CULTURALES EN VIÑEDO Y SUS CONSECUENCIAS SOBRE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA**

J. MAILLET

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier  
UFR de Biologie, Ecologie et Pathologie Végétales

Desde hace una treintena de años las prácticas de no-cultivo y de escarda química parcial han conocido un desarrollo rápido en viña. Se asiste primeramente a un aumento de las superficies desherbadas químicamente (en 1998 el 94% de las viñas francesas eran desherbadas químicamente, de las cuales un 70% en una sola aplicación, un 27% en dos y un 3% en tres). La opción de materias activas, bastante limitada durante mucho tiempo, se ha enriquecido progresivamente; por ello, día tras día en los últimos años, aparecen nuevas maneras de enfocar la escarda: enherbamiento parcial, enherbamiento natural controlado. Paralelamente se asiste a una modificación, a veces muy importante, de la flora de malas hierbas con desarrollo de poblaciones de especies hasta el momento poco representadas, y a la aparición de fenómenos de resistencia a herbicidas.

Estos cambios han mostrado que la escarda debía concebirse a largo término para no enfrentarse a problemas insolubles y que es necesario prever los riesgos de la evolución florística para limitarlos: « más vale prevenir que curar ».

Antes de desarrollar las modificaciones florísticas encontradas en los viñedos, conviene recordar algunas características de la flora que existe en las viñas « tradicionales », es decir, simplemente labradas, sin utilización de herbicidas.

### **1 - DIVERSIDAD DEL MEDIO VIÑA**

La flora de las viñas se caracteriza por una extrema diversidad, debido a la variedad de condiciones edafo-climáticas, a la topografía, a la exposición... En la llanura aluvial se encuentran los Rumex (*Rumex crispus*, *R. pulcher*); Aristoloquia o Ajo (*Allium vineale*, *A. polyanthum*), sobre los ribazos pedregosos la Chondrilla y la Digitaria; sobre suelo ácido dominará el Rumex cabeza de buey (*Rumex bucephalophorus*), mientras que sobre suelo arenoso podrá aparecer la cruz de Malta (*Tribulus terrestris*) o la pequeña ortiga (*Urtica urens*)...Después de los aportes de compost o de abono podrán desarrollarse especies nitrófilas como la hierba mora (*Solanum nigrum*), *Polygonum spp* o el amaranto vivaz (*Amaranthus deflexus*).

Además los hábitas ofrecidos en la viña son igualmente variables en el tiempo (del hecho de la perennidad del cultivo), lo que permite a las especies sucederse en el curso de las estaciones. Una gran heterogeneidad espacial facilita igualmente la implantación de especies con tipos biológicos diferentes: filas/entre filas, pie de cepa/entre cepas, borde de viña en contacto con la vegetación espontánea/ centro menos sensible a las diseminaciones, constituyendo una gran variedad de condiciones.

Así en Francia. han sido encontradas en la viña más de 900 especies (1/5 de la flora francesa) y al menos 200 de entre ellas con una frecuencia superior al 10%. Sólo en la zona mediterránea la lista incluye 650 especies (Maillet, 1992).

Esto significa que las comunidades de malas hierbas de viña son ricas, variadas y susceptibles de evolucionar rápidamente cuando aparecen nuevas presiones de selección. El gran número de familias, de géneros y de especies hacen presagiar diferencias de comportamiento frente a los herbicidas, que vuelven ilusoria la esperanza de desembarazarse fácilmente del conjunto de malas hierbas.

## **2 -INFLUENCIA DE LAS ESTRATEGIAS DE ESCARDA**

Actualmente se ofrecen muchas posibilidades para la escarda de la viña (Figura 1). El laboreo clásico (con labranza en primavera y otoño) puede ser reemplazado por un laboreo superficial, que se practica sobre la fila y la entre-fila o sólo sobre la fila. El enherbamiento natural o con siembra de Poaceae en la entre-fila se hace en muchos viñedos de Europa. La escarda química presenta distintas alternativas también según el tipo de productos que se empleen y el momento de aplicación. Así parece difícil definir precisamente el efecto de estas técnicas sobre la flora de malas hierbas. Sin embargo unos procesos aparecen de manera repetitiva y pueden darnos indicaciones sobre las evoluciones generales y así ayudarnos a prever los problemas de los años que vienen.

### **2.1 Laboreo del suelo**

Las labores han seleccionado especies de ciclo corto (anuales) o especies vivaces que resisten bien a la fragmentación del aparato subterráneo; por el contrario, las plurianuales con raíz pivotante o las bisanuales, solamente se mantienen en los pies de la cepa, donde son difícilmente accesibles. Así, el espectro biológico está constituido por más del 80% de especies anuales y vivaces.

Cuando se practica la labor tradicional, la flora evoluciona poco a largo plazo. De un año a otro las condiciones climáticas pueden favorecer a una u otra especie cuya abundancia variará, pero globalmente se encuentra siempre el mismo grupo de especies mayores. El estudio de los cambios encontrados en las mismas viñas durante 15 años en Languedoc, muestra un cambio interanual importante (Tabla 1), con coeficientes de remanencia no muy altos puesto que un tercio de las especies desaparece de un año al otro, y coeficientes de transformación importantes ya que del 50% al 60% de las especies presentes un año no son comunes en los dos inventarios.

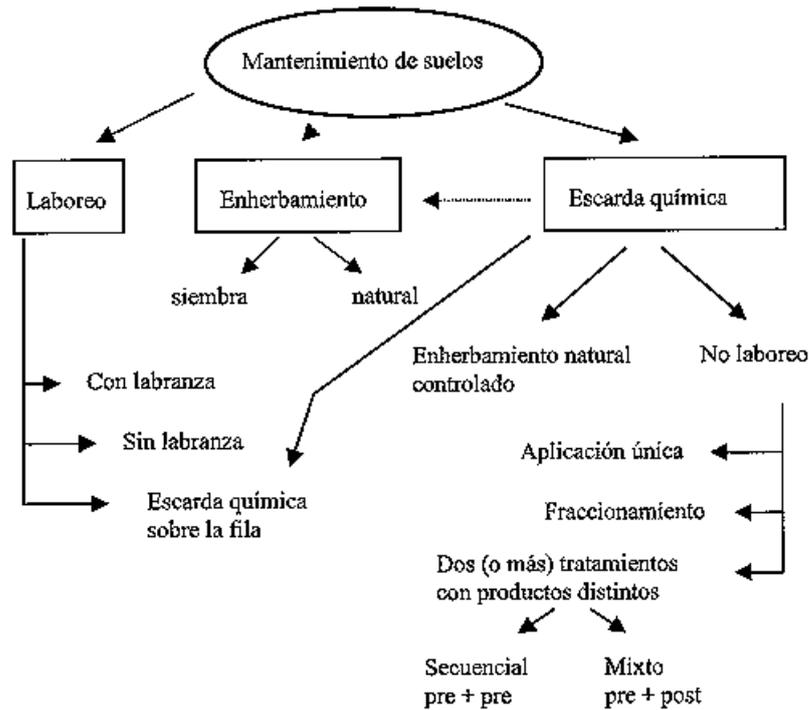


Figura 1. Las diferentes estrategias de escarda en viticultura.

Tabla 1 : Coeficiente de remanencia o de transformación de la flora en viñas con laboreo en Languedoc.

Inventarios	Cr	Ct
1979-84	0.76	0.48
1984-87	0.65	0.58
1987-92	0.65	0.55

Cr= Especies presentes en los dos inventarios/Especies desaparecidas + Especies siempre presentes

Ct = Especies nuevas + especies desaparecidas/Total de las especies de los 2 inventarios

Tampoco hay correlación entre el nivel de cobertura, la diversidad o la riqueza florística por estación de un inventario al otro (Tabla 2). Significa que muchas especies aparecen unos años y después desaparecen. Se puede decir que cada especie es independiente de las demás, no hay una estructuración fuerte de la comunidad de malas hierbas. El nivel de recubrimiento de un año influye poco o nada sobre los niveles posteriores.

Tabla 2 : Correlaciones interanuales de índices de estructuración de las comunidades de viñas con laboreo.

Inventarios	1979-84		1984-87		1987-92	
	r2	P	r2	P	r2	P
Riqueza florística	0.03	64	0.21	21	0.15	35
Índice de Shannon	0.001	93	0.09	43.8	0.08	54
Grado de cobertura	0.07	49	0.24	18	0.17	22

r2 :coeficiente de regresión

P Probabilidad, significativo si P<5%

Pero si la composición florística cambia en la misma parcela a lo largo del tiempo, a escala regional la diversidad florística no cambia. En Languedoc son siempre las mismas especies, más o menos 100, las que se encuentran en la viña con laboreo; las nuevas especies (apofitas o exóticas) no llegan a formar poblaciones probablemente porque el nivel de perturbación del suelo es demasiado alto. Se puede hablar de un equilibrio dinámico plurianual a escala regional.

## 2.2 Escarda química

De manera general, tan pronto como se practica la escarda química, las especies anuales retroceden en beneficio de las plurianuales y de las vivaces, generalmente más tolerantes a los productos y sobre todo favorecidas por la reducción ó abandono del laboreo . Así el espectro biológico se modifica a favor de las perennes. Por ejemplo en Languedoc las especies policárpicas representan más del 60% de las malas hierbas en las viñas con escarda química (considerando todas las estrategias). En Portugal (Moreira, 1990) o en España (Fraga *et al.*, 1995), las tendencias son iguales.

Los cambios florísticos se producen bien sea por el desarrollo de especies ya presentes en la viña pero reducidas hasta ahora a poblaciones limitadas, o por la introducción de nuevas especies que provienen en parte de los alrededores inmediatos a la viña. La elección de herbicidas, de su época de aplicación, de las dosis utilizadas van evidentemente a influir en la composición florística.

### 2.2.1 Extensión de las especies « tradicionales »

Se entiende por especies tradicionales las que existen ya en las viñas labradas. La escarda química provoca una nueva selección en el seno de las especies presentes en función de su duración de vida y de su plasticidad fenológica. Sólo se mantienen las poblaciones más aptas para asegurar su supervivencia frente a las nuevas coacciones. Se puede distinguir cuatro grandes estrategias de adaptación a la escarda química.

Si la escarda se hace en una sola aplicación (producto único de preemergencia o asociación pre + post) en primavera, se asiste al desarrollo de especies vivaces con rebrotes posteriores a la aplicación. Correhuela (*Convolvulus arvensis*), Grama (*Cynodon dactylon*), Aristoloquia (*Aristolochia clematitis*), Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) aprovechan la desaparición de las anuales para ocupar el espacio.

Estas especies ya problemáticas en la viña labrada van entonces a incrementar su recubrimiento de manera significativa. Es necesaria entonces una escarda de post-emergencia tardía. Inversamente, las vivaces precoces como el Cardo de los campos (*Cirsium arvense*) o el Mastuerzo (*Cardaria draba*) disminuyen generalmente con bastante rapidez.

La aplicación única de un producto de preemergencia favorece las estivales de germinación escalonada. Setarias, Amarantos, Hierba mora, *Polygonum persicaria* germinan en parte después de que el producto haya sido degradado y no sea ya suficientemente activo. En este caso se impone un fraccionamiento de un herbicida de preemergencia o un aporte secuencial. Y además es necesario intervenir rápidamente para evitar que se constituya un banco de semillas importante.

Una tercera consecuencia del aporte único es el aumento de especies de germinación de otoño, sean estrictas como los Geranium, Erodium o Galium, o facultativas como Conyza, Lactuca o Daucus que germinan preferentemente en primavera. Estas especies forman rosetas que pasan el invierno de modo que en la primavera están bien desarrolladas. Entonces son tolerantes al herbicida de preemergencia, afectando a su eficacia y contribuyendo a una infestación de la parcela. Este fenómeno es progresivo pero se acentúa en algunos años (tabla 3), y a veces se ven viñas invadidas por Epilobios, Chondrillas o Umbelíferas. Una escarda de otoño (poco práctica) o un herbicida de post-emergencia sistémico al principio de la primavera resuelven esta inversión.

Tabla 3 : Efecto del no-laboreo y de la escarda química mixta (pre+ post emergencia) sobre la flora en las viñas de Languedoc.

% de viñedos infestados	1979	1984	1987	1992
<i>Conyza sumatrensis</i>	4	19	29	30
<i>Crepis pulchra</i>	4	14	20	23
<i>Lactuca serriola</i>	11	21	33	43
<i>Daucus carota</i>	28	37	46	70
<i>Tordylium maximum</i>	11	21	33	27
<i>Torilis arvensis</i>	0	40	49	37

Las bulbosas ( Muscari, Ajo, Ornitogalos) germinan al final del otoño y/o principio del invierno; del mismo modo que las especies precedentes, la ausencia de labor de primavera les permite proliferar. Una escarda con un sistémico es entonces necesaria, siendo a menudo un aminotriazol precoz el más eficaz.

En fin, sería necesario citar todas las especies que son tolerantes a los productos utilizados, ya que los espectros de eficacia de los productos son variados. Por ejemplo, las ureas sustituidas dejan pasar las Umbelíferas, la propyzamida tiene poca acción sobre las compuestas, el glifosato es insuficiente sobre Malva o las Geraniáceas..Es necesario rellenar los « agujeros » con asociaciones de productos. Entre los herbicidas homologados en viña recientemente, señalamos la insuficiencia de la fluomioxazine sobre los Sonchus o las poligonáceas, la del fluzasulfurón sobre Galium o la del azafenidin sobre Epilobio (Tabla 4). La elección del producto y su utilización repetida varios años consecutivos, acarrearán una presión de selección traduciéndose en una modificación de las especies dominantes.

La rapidez de expansión de estas especies tradicionales depende de su estatus antes del paso de la escarda; si la parcela posee desde el origen una población de especies con riesgo, la invasión tendrá lugar en dos o tres años; si al contrario la especie está ausente, el azar de la diseminación puede retardar el fenómeno. Las especies diseminadas por el viento o las especies transportadas por el hombre (Umbelíferas con aguijones) son generalmente las primeras en contribuir a las nuevas infestaciones (Conyza, Lactucas, Crepis, Epilobium, Daucus salvajes, Tordylium...).

### 2.2.2 Aparición de especies nuevas

Las especies de los lindes o de la vegetación vecina encuentran en las viñas no labradas un sustrato favorable y van instalar nuevas poblaciones (apófitas). El fenómeno es importante en Languedoc Roussillon, donde se han anotado una centena de especies que han llegado a ser malas hierbas de viñas después del desarrollo del no laboreo.

En las viñas de llanura el Braquipodio de Fenicia (*Brachypodium phoenicoides*), el hinojo, *Diploaxis* de hojas estrechas o el saúco Yèble (*Sambucus ebulus*) se han instalado en numerosas viñas. En las colinas la *Rubia*, diseminada por los pájaros, el Sedum, La Pimpinela (*Sanguisorba minor*) o *Dactylis* se han vuelto muy frecuentes. También llegan a instalarse las lianas (Zarzaparrilla (*Smilax aspera*), *Clematis*) y a veces incluso arbustos (*Cistus*, *Osyris*, pequeñas encinas). Los animales juegan un papel esencial en la diseminación de estas especies en el otoño, momento en que el herbicida residual no tiene efecto. La disminución rápida de la abundancia las especies tradicionales facilita la colonización por estas nuevas especies (Tabla 5).

Tabla 4 : Eficacia de distintas materias activas de preemergencia y de sus asociaciones sobre las malas hierbas de la viña (Guery et Pradier, 1998; Guery, 1998).

Materias activas	Malas hierbas controladas	Malas hierbas poco controladas (o problemas particulares)
Aclonifen + amitrol	Poaceae, numerosas Dicot	
Azafenidin	Muchas Poaceae y Dicot (Geraniaceae, Amaranthus, Sonchus..)	Epilobium, Conyza
Diurón + Norflurazon	Muchas Poaceae (aún de verano) y Dicot., activo sobre Equisetum y Allium vineale	Apiaceae, <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Panicum miliaceum</i>
Diurón + Oryzalin	Muchas Poaceae (aún de verano) y Dicot anuales	<i>Mercurialis annua</i> , Picris Echioides, Sonchus sp
Diurón + Simazina	Muchas Poaceae y Dicot anuales (Apiaceae, Epilobium sp, <i>Mercurialis annua</i> ..)	Falta de persistencia en verano
Flazasulfurón	Lolium, Digitaria, Setaria, muchas Dicot (Epilobium, <i>Mercurialis</i> , <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Conyza canadensis</i> ...)	<i>Poa annua</i> , Galium, Sonchus spp, Lactuca, Veronica, <i>Polygonum aviculare</i>
Flumioxazina	Muchas Dicot (Epilobium, Geraniaceae, Galium...)	<i>Echinochloa crus galli</i> , Lolium, Conyza spp, Sonchus spp, Polygonaceae, Veronica
Isoxaben	Muchas Dicot anuales	Poaceae, <i>Polygonum persicaria</i> , Epilobium, Conyza
Oxyfluorfen + Propyzamida	Geraniaceae, Malvaceae, Galium, Poa annua, Lolium...	Amaranthus, Solanum, Senecio vulgaris, <i>Mercurialis annua</i>
Pendimethalina	Muchas Dicot y Poaceae anuales	Picris echioides, Tragopogon spp, Euphorbia spp
Thiazopyr	Poaceae, <i>Polygonum aviculare</i>	Muchas Dicot

Algunas especies han invadido muy rápidamente las viñas: *Rubia* o Pimpinela colonizan territorios alejados de su lugar de origen; otras quedan más localizadas probablemente limitadas por exigencias ecológicas más estrictas (Zarzaparrilla, *Clematis flammula*...).

Especies de origen extranjero han aprovechado igualmente la escarda para « estallar » estos últimos años. Es el caso de *Dichanthium saccaroides* (argentino) o de *Senecio inaequidens* (sudafricano), dos pluri-anales cuyas semillas son diseminadas por el viento. Localizadas inicialmente sobre los bordes de las carreteras, se han podido establecer en los viñedos desherbados cuando las dosis de simazina se han reducido. Su capacidad de producir semillas, transportadas por el viento, ha asegurado una diseminación exponencial que explica su frecuencia actual. El stock semillero se

renueva rápidamente y permite igualmente un mantenimiento local. La elección de materias activas eficaces (oryzalin contra las germinaciones de *Dicanthium* o glifosato contra los rebrotes de las dos especies) permiten sin embargo dominar fácilmente la infestación.

Tabla 5 : Impacto de la duración de no-laboreo sobre el cambio florístico

Especie	Duración del no-laboreo		
	<3 años	3 - 10 años	>10 años
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+	0	-
<i>Bromus madritensis</i>	+	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	+	0	-
<i>Euphorbia peplus</i>	+	-	-
<i>Setaria verticillata</i>	+	0	0
<i>Convolvuls arvensis</i>	0	+	0
<i>Rubus coesius</i>	0	+	0
<i>Rubia peregrina</i>	-	+	+
<i>Dichanthium saccharoides</i>	-	0	+
<i>Eryngium campestre</i>	0	0	+
<i>Galium parisiense</i>	0	-	+
<i>Sanguisorba minor</i>	0	0	+
<i>Sedum sediforme</i>	0	0	+

Especies significativamente más (+) o menos (-) presentes

Especies en itálica: apófitas

Ultimamente, *Epilobium ciliatum* ha invadido las viñas de Champagne, *Conyza floribunda* las del Bordelais (Jauzein, 1998), *Tagetes minuta* las de Cataluña (Francia y España) (Recasens & Coneza, 1998). *Sporobolus indicus* o *Aster pilosus*, ya señalados también en viña de Cataluña (España), existen en Francia en borde de las carreteras y podrían ser unas de las proximas malas hierbas. Como prever qué especies exóticas serán realmente dañinas en los años que vienen ? Parece difícil anticipar el éxito o el fracaso de las invasoras (Maillet, 1999).

### 2.2.3 Resistencia a los herbicidas

La resistencia se manifiesta cuando las especies, hasta entonces sensibles, soportan dosis elevadas del mismo producto sin efecto.

Esta resistencia puede ser debida a diferentes mecanismos (Tabla 6).

La mutación del sitio de acción se ha manifestado en particular para la familia de las triazinas. En viña, más de 50 especies ( Quenopodio, Amaranto, Conyza, Senecio...) han desarrollado poblaciones con este tipo de resistencia. La mutación del sitio receptor de la molécula aparece sobre los cloroplastos de un individuo y es transmitido a los descendientes por via materna; si la selección por las triazinas continua varios años, la población de resistentes conocerá un crecimiento rápido. Otras familias de herbicidas utilizadas en viña más recientemente conocen este tipo de resistencia, como las sulfonilureas, dinitroanilinas o las antigramineas (fluazifop, alloxidime...), pero actualmente pocas poblaciones resistentes han aparecido en viña.

La detoxificación interviene cuando la planta produce una gran cantidad de enzimas metabolizando el herbicida bajo formas no-tóxicas. Los individuos seleccionados se hacen entonces resistentes a las dosis habituales de utilización del desherbante. Malas hierbas de viñas se han vuelto resistentes a las ureas sustituidas (*Amaranthus*, *Conyza*) o al paraquat (*Conyza*, *Poa annua*, *Epilobium ciliatum*).

El aislamiento interviene por conjugación entre la molécula herbicida y los compuestos producidos por la planta. El compuesto resultante puede ser almacenado en las paredes o en la vacuola según los casos. En lo que concierne a los herbicidas de viña se señala un caso con el paraquat.

Ciertos mecanismos no elucidados hoy día, se traducen igualmente en la aparición de « resistencias » para familias de herbicidas múltiples, de los cuales algunos son utilizados en la viña (aminotriazol, amidas, sulfonilureas..).

Tabla 6 : Número de plantas resistentes en el mundo por las familias de herbicidas empleados en viticultura (Según Gasquez, 1997)

Mecanismos	Mutación del sitio de acción	Detoxificación	Aislamiento	Desconocido
Familias				
Triazinas*	>50	1		
Ureas*		1		
Inhibidor ALS	10	?		4
Inhibidor acétyl-coenzyma A carboxylasa	5		?	4
Dinitroanilinas	1			3
Bipiridilos*		1	4	7
Aminotriazol				1
Amidas				2
Glifosato				1

\* Casos de resistencia conocidos en viñedos

En todos los casos las condiciones que favorecen la aparición de resistencia están ligadas al uso exclusivo de la escarda química y a la eficacia del producto. Cuanto más eficaz es, más elimina las otras especies o las sensibles, y más sitio tienen las resistentes para desarrollarse. El fenómeno se extenderá más fácilmente después de que la especie tenga una producción de semillas abundante, medios de diseminación a distancia, una reproducción de tipo alógama y una fuerte herencia de la resistencia. La rotación de herbicidas o su asociación, en la misma aplicación o en dos secuencias distintas, tiene que desarrollarse para evitar los problemas de resistencia.

#### 2.2.4 Estructura de las comunidades

La ausencia de laboreo del suelo permite a las especies que escapan a la escarda química, mantenerse de manera repetida en el tiempo. El estudio realizado en Languedoc durante los años 1979-92 sobre el cambio de flora en las viñas con escarda química de tipo mixto, muestra un coeficiente de remanencia más alto que en aquellas con laboreo. Paradójicamente, el coeficiente de transformación es también muy elevado, lo que quiere decir que muchas especies nuevas, apófitas o exóticas, se añaden a la flora inicial, como hemos visto anteriormente, enriqueciendo la comunidad de las malas hierbas (Tabla 7).

Los índices de estructura de la comunidad muestran también una organización más estable de la vegetación. La riqueza florística y el grado de cobertura de un año influyen de manera significativa sobre estos índices en el inventario que sigue. Existe una cierta dirección: los procesos de transformación se hacen de manera similar a los de una sucesión secundaria.

Tabla 7 : Coeficiente de transformación o de remanencia de la flora en viñas sin laboreo en Languedoc.

Inventarios	Sin laboreo (escarda química)	
	Cr	Ct
1979-84	0.73	0.8
1984-87	0.61	0.71
1987-92	0.75	0.76

Cr= Especies presentes en los dos inventarios/Especies desaparecidas + Especies siempre presentes

Ct = Especies nuevas + especies desaparecidas/Total de las especies de los 2 inventarios

Tabla 8 : Correlaciones interanuales de índices de estructuración de las comunidades de viñas sin laboreo (escarda química).

Inventarios	1979-84		1984-87		1987-92	
	r2	P	r2	P	r2	P
Riqueza florística	0.33	0.2*	0.49	0.01*	0.54	0.01*
Índice de Shannon	0.12	7	0.08	15	0.11	8
Grado de cobertura	0.25	0.95*	0.42	0.03*	0.58	0.01*

r2 :coeficiente de regresión

P Probabilidad, \*significativa si <5%

Sin embargo, el fenómeno de enriquecimiento desaparece cuando se emplean estrategias adaptadas de escarda, en este caso generalmente la riqueza florística disminuye mucho. La simplificación del espectro florístico se traduce por el desarrollo de pocas especies difíciles de manejar (*Rubia peregrinasetum spp*, *Chondrilla juncea...*)

### 3. ENHERBAMIENTO

El enherbamiento natural o con siembra, entre las filas, se ha desarrollado en las viñas de las regiones de clima húmedo. La siega se practica de 2 á 4 veces por año según el tamaño de las malas hierbas. Después de unos años se espera seleccionar especies poco competitivas pero que excluyen por su presencia las especies de verano y limitan las vivaces. *Cynodon dactylon* o *Convolvulus arvensis* no se eliminan completamente, y muchas veces se desarrollan en el linde y/o en la proximidad de la fila, y por ello es necesario escardar la fila sobre una anchura amplia para impedir la recolonización. Las especies plurianuales con roseta proliferan también en estas condiciones (Rumex, Crepis, Plantago...). El desarrollo del enherbamiento con la flora natural cambia totalmente la perspectiva habitual, hay que considerar las malas hierbas como aliadas y no como enemigos.

El enherbamiento natural controlado emplea sólo herbicidas de post-emergencia 2 ó 3 veces al año, cuando las malas hierbas se suponen demasiado competitivas. Este

tipo de escarda química induce cambios florísticos después de unos años (Chantelot, 1998). Por ejemplo las Conyzas y los Amaranthus escalonan su germinación en verano, en épocas donde no se puede usar un herbicida sistémico porque la vid está demasiado desarrollada. En primavera, se nota una proliferación de Geranium, de Malva o de Epilobium, mal controlados por el glifosato. En este caso, el uso de Aminotriazol es interesante. Como siempre la estrategia de lucha debe conducirse a largo plazo y apoyarse sobre una alternancia de materias activas.

## CONCLUSIONES

La evolución de la flora del viñedo es inevitable. Una buena estrategia de gestión de la escarda química a medio y largo plazo no debe pretender suprimir todas las especies o impedir toda modificación, sino más bien emplear técnicas complementarias que permitan controlar la evolución. La aparición en el mercado de nuevas moléculas, por otra parte, respetuosas con el medio ambiente, o el desarrollo de nuevas prácticas (tales como la ENM, la escarda mixta, la escarda de otoño) ofrecen perspectivas tranquilizantes para los años venideros.

## BIBLIOGRAFIA

- CHANTELOT E., 1998. L'enherbement naturel maîtrisé: influence des matières actives sur l'évolution de la flore. *Phytoma* 511, pp26 – 28.
- FRAGA I., MAILLET J., ESPIRITO-SANTO D., SAHUQUILLO E., MENDIOLA M.A., ZARAGOZA C., BUJAN M., RIBEIRO M.A., MOREIRA I., GUILLERM J.L., 1994. Espèces de mauvaises herbes les plus infestantes dans les vignobles du S.O.européen. *5th Medit. Symp. Weed control in sustainable agric. in the medit. area*. Perugia, p364-371.
- GUERY B., 1998. Perspectives dans la lutte contre les mauvaises herbes: six nouvelles molécules pour cinq types de programme. *Phytoma*, 511, 35-38.
- GUERY B. & PRADIER L.P., 1998. Les techniques d'entretien des sols de vignoble. Cahiers d'information de l'union des viticulteurs de Gironde. 40p.
- JAUZEIN P., 1998 Bilan des espèces naturalisées en France méditerranéenne. In *Proceedings : 6ème Symposium Méditerranéen EWRS*, Montpellier, 18-25.
- MAILLET J., 1992. Constitution et dynamique des communautés de mauvaises herbes des vignes de France et des rizières de Camargue. Thèse d'état en Sciences, USTL Montpellier, 179p.
- MAILLET J., 1999. What criteria might be relevant to predict the invasive capacity of a new agricultural weed? The case of invasive American species in France; *Weed research*, en prensa.
- MOREIRA I., 1990. Estudos de herbologia da vinha em Portugal. Actas reunion de la Sociedad Española de Malherbologia, pp 111 - 119
- RECASENS J. & CONEZA J.A., 1998. Attributs des espèces végétales exotiques présentes dans les cultures de Catalogne (Espagne). In *Proceedings : 6ème Symposium Méditerranéen EWRS*, Montpellier, 18-25.

## **EL MANEJO DE MALEZAS EN LOS CULTIVOS EXTENSIVOS DE ARGENTINA: POSIBLE IMPACTO DEL USO MASIVO DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS**

E. LEGUIZAMÓN.

Departamento de Sistemas de Producción Vegetal. Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. C.C. 14 (2123 ) Zavalla. Santa Fe. Argentina.

### **INTRODUCCIÓN**

La República Argentina es bien conocida en el exterior como un país con gran potencial en su producción agropecuaria. Este concepto se sustenta en la gran aptitud productiva de los suelos y los climas templados con adecuado suministro de lluvias que caracterizan el pastizal pampeano, cultivado luego de la colonización. Si bien otras regiones del país exhiben modelos de producción intensivos y extensivos, como es el caso de cultivos perennes de Caña de Azúcar y Citrus en el Noroeste (Salta, Tucumán y Jujuy), Té y Yerba Mate en el Noreste (Corrientes y Misiones), Vid, Frutales y Olivares en las regiones áridas del Oeste (La Rioja, San Juan y Mendoza), entre otros, nos referiremos a la región de la pampa ondulada, por concentrar una porción muy significativa del producto bruto agropecuario (Bolsa de Cereales, 1999).

La superficie cultivada supera los 20 millones de hectáreas y la producción total del país, los 60 millones de toneladas. La evolución de ambas variables se puede observar en la Figura 1.

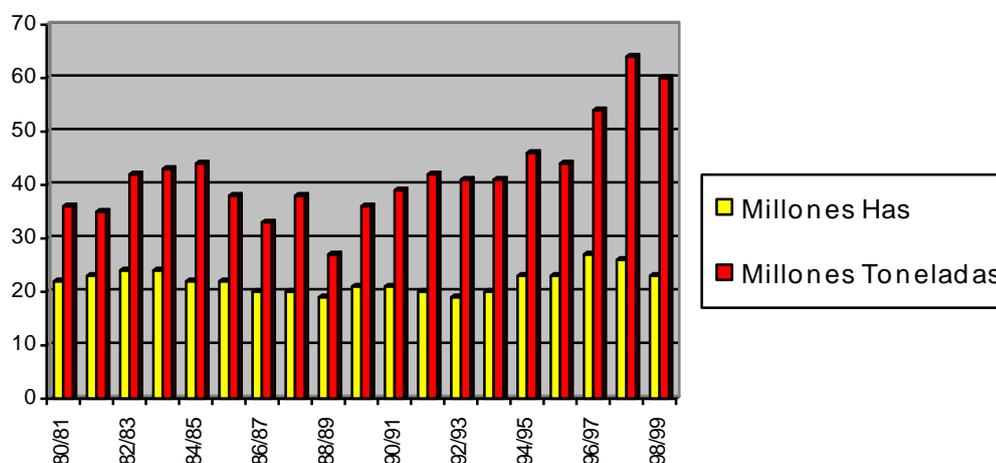


Figura 1.: Evolución de la superficie cultivada y la producción total en la República Argentina.

La producción por cultivo y el rendimiento medio se muestra en la Figura 2: en general se ha registrado un claro incremento de la productividad, basada en la incorporación de nuevos cultivares, fertilización, riego y excelente control de plagas, enfermedades y malezas.

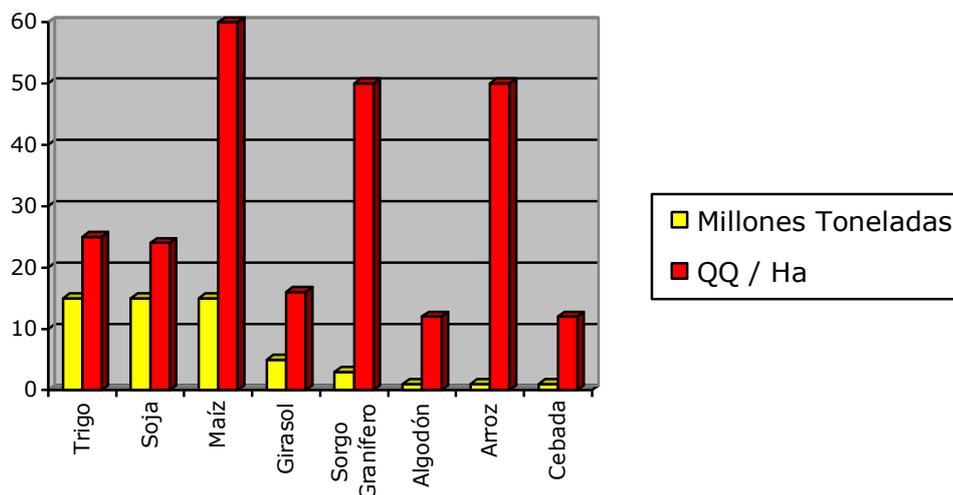


Figura 2. Producción y rendimiento medio de los principales cultivos del área pampeana argentina.

Si analizamos el grado de utilización de herbicidas, los cultivos extensivos de la planicie pampeana (Soja, Girasol, Maíz y Trigo) exhiben un claro predominio.

Tabla I. Distribución del Volumen de Herbicidas por Cultivo. (CASAFE, 1998).

> 40 %	10 %	7 %	4 - 3 %	2 - 1%	< 1 %
SOJA	MAIZ	ALGODÓN	MANI	ARROZ	VID
	GIRASOL	TRIGO	HORTALIZAS	PAPA	CAÑA
		FRUTALES	TABACO	PASTURAS	POROTO

## EL CULTIVO DE SOJA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Esta oleaginosa originaria de China, inicia su expansión a partir de la década del 70. El crecimiento del área cultivada sigue un modelo exponencial (Figuras 3 y 4) y es la gran responsable del crecimiento de la superficie cultivada y de las divisas del país: casi el 90 % se exporta como aceite (Giorda y Baigorri, 1998). Argentina junto con Brasil, producen más de un tercio del volumen total de soja del planeta.

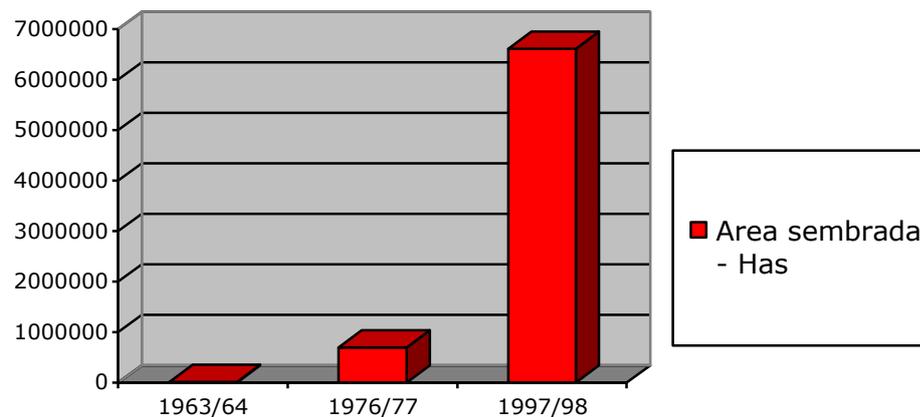


Figura 3. La evolución del cultivo de soja en Argentina.

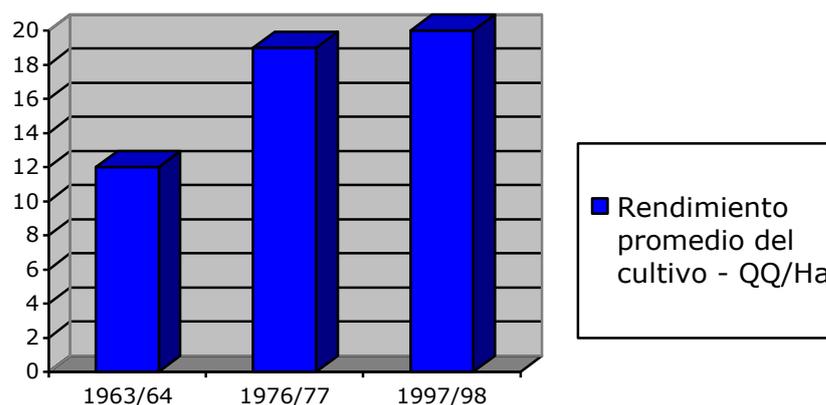


Figura 4. Evolución del rendimiento promedio del cultivo de soja en Argentina.

La soja forma parte -en mayor o menor medida- de todas las rotaciones de cultivos del área pampeana, tanto en planteos exclusivamente agrícolas (como en el caso del sur de la provincia de Santa Fe o Norte de Buenos Aires, junto al Maíz y el Trigo) como en sistemas mixtos (agrícola-ganaderos) del oeste (junto a Pasturas, Verdeos y Girasol) o del suroeste bonaerense (junto al Trigo y Girasol) (CREA, 1997).

La expansión del cultivo de soja en el país, trajo aparejado un incremento en el uso de herbicidas (Figura 5) y una mayor intensidad de uso y laboreo de suelos, lo cual condujo a un aumento creciente del deterioro de los mismos hasta la década del 80 (Ghersa y M.Ghersa,1991).

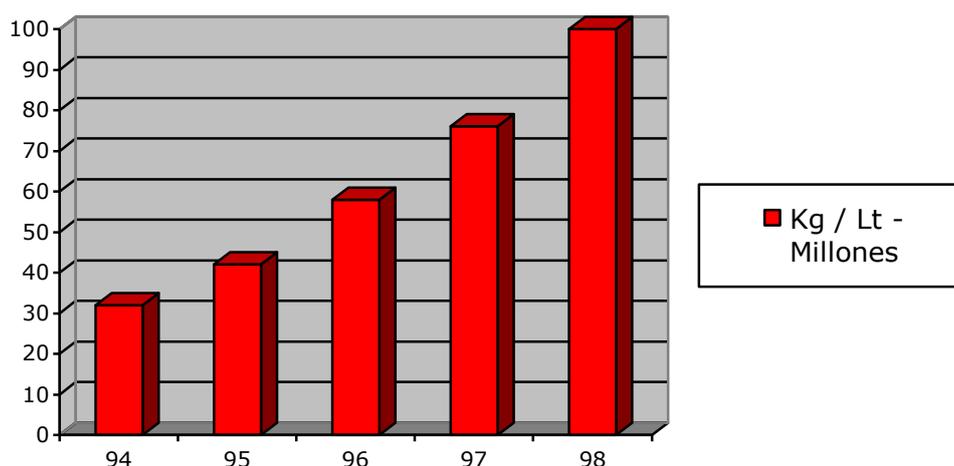


Figura 5. Consumo de herbicidas en el último quinquenio.

### LA SITUACIÓN ACTUAL

El escenario del fin del milenio se caracteriza por los siguientes atributos (Vitta, et.al., 1999):

- a) La generalización de sistemas de labranza conservacionistas y/o siembra directa, los cuales cubren más del 30 % de la superficie bajo cultivo (AAPRESID,1999). El cultivo de soja se realiza bajo siembra directa en el 50 % los lotes (Figura 6).

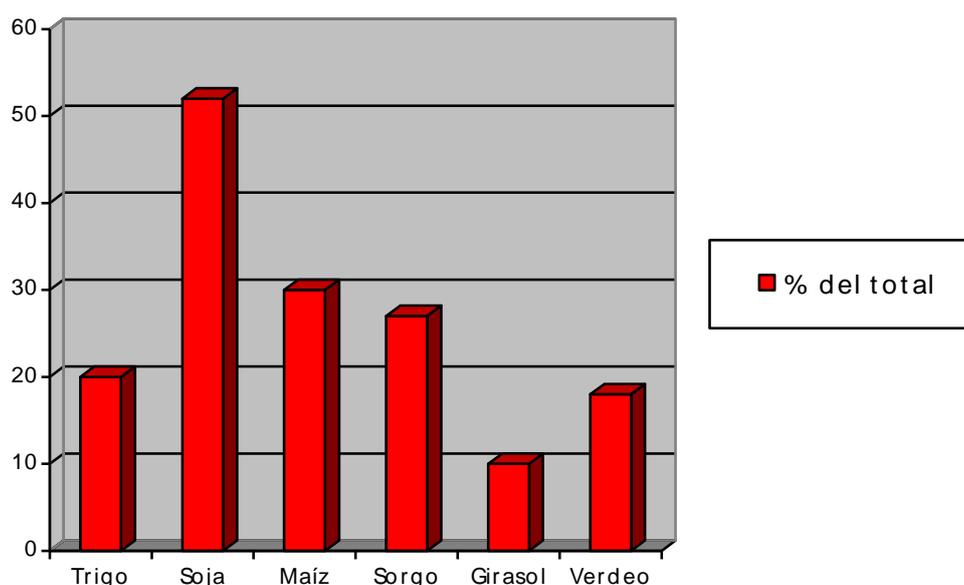


Figura 6.- Porcentaje de la superficie cultivada bajo siembra directa por cultivo.

- b) La utilización intensiva de herbicidas: el cultivo de soja concentra más del 40 % del total de herbicidas que se consumen en el país. La cifra es aún mayor si se agregan los herbicidas utilizados en el barbecho químico, única alternativa posible de control de malezas en los sistemas de siembra directa o cultivos sin labranza.
- c) La adopción masiva de cultivares transgénicos resistentes a glifosato (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1998): en sólo tres campañas agrícolas, algunas regiones han llegado al 85 % del área sembrada con cultivares RR, siendo el promedio nacional cercano al 70 %. La expectativa de la campaña próxima es de aumentar ese nivel. En la actualidad todos los semilleros están ofreciendo cultivares RR en casi todo el rango de grupos de maduración (Baigorri, *et.al.* 1998).

La adopción de la tecnología RR tiene varias componentes que trascienden el marco de esta conferencia, pero indudablemente tanto la caída de precios del cultivo (Figura 7) como el bajo costo relativo del glifosato (inferior a 3.5 dólares el litro) impulsan el uso masivo de este herbicida, según puede verificarse observando el aumento de consumo de la última campaña y la tendencia a reducción del precio (M. Morea, comunicación personal) . (Figuras 8 y 9).

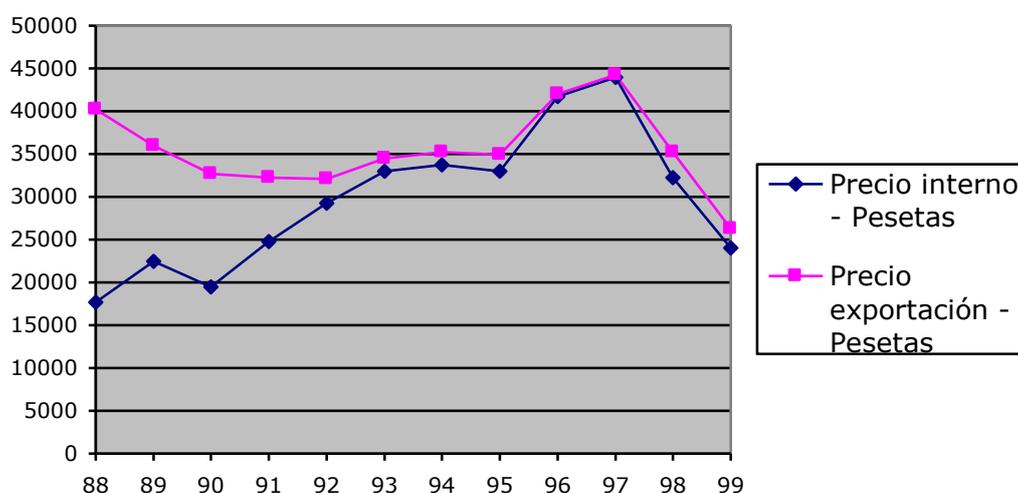


Figura 7. Precio interno y precio de exportación de la soja (pesetas por tonelada).  
1 peso = 150 pesetas.

El uso masivo de glifosato está motorizado además por las siguientes características del herbicida, ya conocidas:

- Amplio espectro de control de malezas ( simplificación del programa de control ).
- Baja a nula fitotoxicidad durante todos los estadios de desarrollo del cultivo.
- Nula residualidad.
- Relativamente benigno para el ambiente.

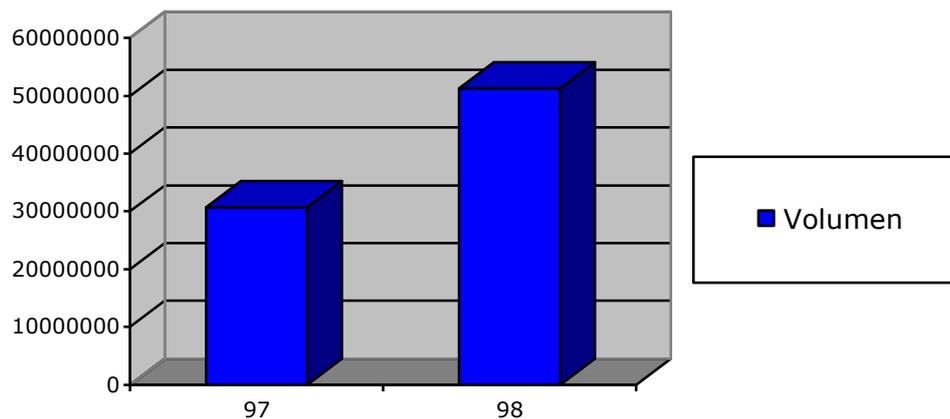


Figura 8: Volumen de glifosato vendido en las dos últimas campañas.

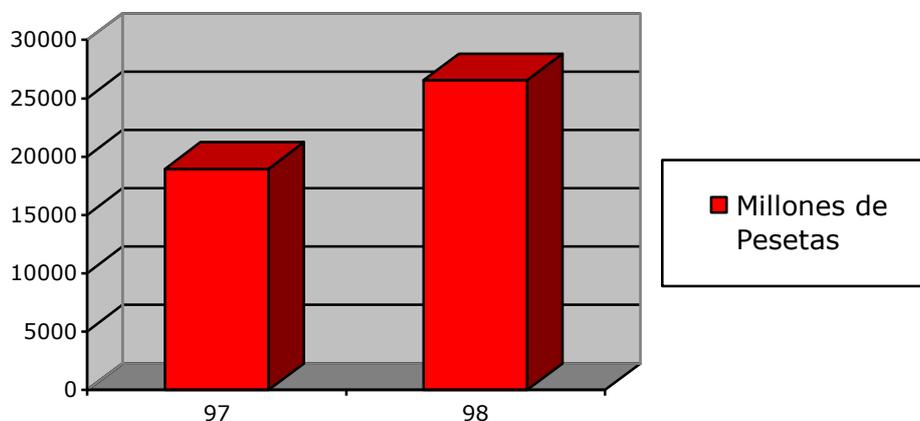


Figura 9. Volumen monetario de glifosato en las dos últimas campañas.

## EFFECTOS OBSERVADOS HASTA EL PRESENTE EN RELACIÓN CON LAS MALEZAS

Existe abundante bibliografía que documenta los cambios que se producen en las comunidades de malezas cuando la oferta de señales ambientales se modifican como consecuencia de la variación en la cobertura, el tipo de labranza u otras variables de manejo (Chancellor, 1979; Froud Williams et.al; 1983; Salonen, 1983). Se describen a continuación los principales efectos del escenario descrito en el área de nuestra Universidad:

- Cambios en la flora: la generalización de sistemas de labranza conservacionista o de siembra directa están produciendo cambios cuali-cuantitativos que vienen siendo estudiados desde hace casi una década por Puricelli y Tuesca (1997). Los principales resultados son los siguientes :
  - a) Disminución de latifoliadas anuales (Ej: *Datura ferox* , *Anoda cristata*).
  - b) Aumento de gramíneas anuales (Ej: *Digitaria sanguinalis*.)
  - c) Aumento de especies dispersadas por el viento (Ej: *Carduus nutans*, *Sonchus oleraceus*.)

- d) Comportamiento errático de Ciperáceas y Gramíneas perennes.
- e) Menor riqueza florística.
- f) Menor longevidad del banco de semillas, con clara concentración superficial de las semillas.

- Incremento de biotipos resistentes a herbicidas ALS : el caso de biotipos de *Amaranthus quitensis* , resistentes a clorimuron-etil y a imazetapyr configura uno de los ejemplos estudiados en nuestra Universidad (Nisensohn, Tuesca,1998; 1999)
- Mayores niveles de enmalecimiento: la recomendación generalizada de uso de glifosato en cultivos RR en una única aplicación a las 5 semanas luego de la siembra del cultivo no es satisfactoria en muchos casos. Resulta claro que si el control se realiza temprano en el ciclo, el herbicida puede no controlar flujos de emergencia posteriores. Dichos flujos podrían afectar el rendimiento o al menos producir semillas que asegurarían nuevas reinfestaciones. Por el contrario, si el control es tardío no se evitaría la competencia inicial de las malezas que emergen junto con el cultivo: esta dificultad en definir el momento de control puede llevar a realizar más de una aplicación durante el ciclo de la soja : de hecho, muchos productores han tenido que realizar dos y hasta tres aplicaciones para lograr un buen control de malezas.

Un estimador de la duración y del patrón de emergencia es el Tiempo Medio de Emergencia (TME) (Mohler y Teasdale, 1993). En nuestra Universidad se ha determinado el TME en varias especies : el mismo es mayor en especies con períodos de emergencia tardios y prolongados en el tiempo como *Anoda cristata* o *Amaranthus quitensis* y menor, en especies con flujo de germinación concentrado (*Digitaria sanguinalis*) : este tipo de información resulta de gran utilidad para optimizar las aplicaciones y configura un proyecto de envergadura en un amplio sector del cinturón maicero norteamericano digno de ser imitado.

- Aparición y/o incremento en la frecuencia de especies raras y/o de relativo difícil control con glifosato: muchas de ellas no están citadas en la información disponible ni tampoco registradas en censos realizados recientemente. Un listado muy preliminar e incompleto se presenta a continuación (Faccini, comunicación personal).

<i>Commelina virginica</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Hybanthus pauciflorus</i>
<i>Ipomoea grandifolia</i>
<i>Ipomoea nil</i>
<i>Ipomoea purpurea</i>
<i>Ipomoea rubriflora</i>
<i>Iresine diffusa</i>
<i>Parietaria debilis</i>
<i>Petunia axilaris</i>
<i>Verbena litoralis</i>
<i>Viola arvensis</i>

## ALGUNAS HIPÓTESIS ACERCA DEL FUTURO

A nivel regional, el uso continuo de glifosato originará una presión de selección de malezas tolerantes al herbicida. El término tolerancia -a diferencia de la resistencia- hace referencia a la innata sensibilidad de una maleza a un determinado herbicida.

Entre las malezas con un cierto grado de tolerancia a glifosato pueden citarse a *Anoda cristata*, *Cyperus rotundus*, *Commelina virginica*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Ipomoea* spp y *Portulaca oleracea* (Papa, Ponsa y Puricelli, 1999). Es probable que estas especies acentúen su importancia a nivel regional de manera que deba recurrirse a dosis mayores de glifosato para lograr controles satisfactorios en el futuro. Es por esta razón que se ha iniciado recientemente un proyecto de largo plazo que plantea una secuencia Trigo/Soja-Maíz-Soja, bajo cuatro niveles de intensidad de uso de glifosato (máxima, media, mínima y cero, reemplazándose en este caso por otros herbicidas), con un monitoreo anual del banco de semillas y de la dinámica de la flora de superficie.

Un aspecto controvertido en la difusión de cultivares RR tiene que ver con la probabilidad de que aparezcan biotipos de malezas resistentes al glifosato: existen ciertas características asociadas al herbicida algunas de ellas no cabalmente comprobadas- que lo harían poco propenso a generar resistencia:

- Nula residualidad.
- Múltiples mecanismos fisiológicos que operarían en la definición de la sensibilidad al glifosato.
- Bajo “fitness” de los individuos resistentes.
- Ausencia de otros herbicidas con similar mecanismo de acción.
- Ausencia en la naturaleza de especies de plantas que degraden cantidades significativas de glifosato.

No obstante las razones previamente enunciadas, la probabilidad de que el glifosato genere resistencia está en gran medida condicionada por la magnitud del empleo del herbicida a nivel regional (Dyer, 1994). Como ya fue comentado, la presión de selección impuesta por el herbicida es una de las principales variables que influyen en la tasa de evolución de la resistencia.

Es así que por ejemplo si el glifosato es empleado en varios momentos durante el ciclo de soja, su comportamiento será análogo al de un herbicida residual, neutralizando así la ventaja que supone su nula actividad en el suelo y predisponiendo la aparición de biotipos resistentes.

En Australia, como consecuencia de la alta frecuencia de uso de glifosato se han registrado biotipos resistentes de *Lolium rigidum*. Dichos biotipos requieren dosis de glifosato de 7 á 11 veces superiores a las necesarias para el control de los biotipos susceptibles (Hartzler, 1998)

## BIBLIOGRAFÍA

- AAPRESID.1999.Gacetilla Informativa. Julio.4 p.
- BAIGORRI, H ; SALINES, L; FUENTES, F; VALLONE, S; LORENZO, N; SERRANO, R; MASIERO, B; SPONTON, F.1998. Resultados de la Red Nacional de Evaluación de Cultivares en la Región Pampeana Norte. En: Jornada de Intercambio Técnico de Soja. INTA Pergamino.
- BOLSA DE CEREALES, 1999. Número Estadístico, 1996/97-1997/98.
- CASAFE. 1998. Estadísticas de producción , importación y consumo de herbicidas. s.n.t.
- CREA, 1997. Soja .Cuaderno de Actualización Técnica.133 p.
- CHANCELLOR, R. J. 1979. The long term effects of herbicides on weed populations. *Annals of Applied Biology*. 91, 141-144.
- DYER, W. 1994. Resistance to glyphosate. En: *Herbicide Resistance in Plants*. Powles,S y J. Holtum (Eds). Lewis Publishers. Cap 8, pp 1229-1242.
- FROUD-WILLIAMS, R, J; DRENNAN, D.S; CHANCELLOR, R.J. 1983. Influence of cultivation regime on weed floras of arable cropping systems. *Journal of Applied Ecology*. 20: 187-189.
- GHERSA,C Y M .MARTÍNEZ GHERSA, 1991.Cambios ecológicos en los agroecosistemas de la Pampa Ondulada. Efectos de la Introducción de la Soja. *Investigación y Ciencia*. P 182-188.
- GIORDA, L Y BAIGORRI, H. (Eds).1998. El cultivo de soja en la Argentina. INTA. 296 p.
- HARTZLER, R. 1998.Herbicide Resistance Update. Iowa State University /Extension/ Weeds. Website: // iastate.edu.
- MOHLER, C Y J.TEASDALE. 1993.Response of weed emergence to rate of Vicia villosa Roth and Secale cereale residue. *Weed Research*. 33:487-499.
- NISENSOHN, L Y TUESCA, D. 1997. Susceptibilidad de biotipos de Amaranthus quitensis a herbicidas de uso frecuente en el cultivo de soja. *Actas XIII Congreso Latinoamericano de Malezas*. Buenos Aires. Argentina.
- NISENSOHN, L Y TUESCA, D.1998. Evaluación de la susceptibilidad de distintos biotipos de Amaranthus quitensis a herbicidas en postemergencia. *Actas XXI Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas*. Caxambú. Brasil.
- PAPA, J; J.C.PONSA Y E.PURICELLI. 1999. Control de malezas en soja con glifosato en postemergencia solo y en mezcla con herbicidas residuales. *Actas Mercoja99*. Rosario. Argentina.
- PURICELLI, E Y D.TUESCA.1997. Analisis de los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de siembra directa y sus factores determinantes. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Universidad Nacional de La Plata. 102 (1): 97-117.
- SALONEN, J. 1983. Dynamics of weed infestations in spring cereals with special reference to the use of reduced herbicide doses. *Proc. 8<sup>th</sup> EWRS Symposium*. Braunschweig. 715-722.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1998. Semilla de soja transgénica: un nuevo insumo para la agricultura Argentina. Website: // siiap.sagyp.mecon.ar
- VITTA, J ; FACCINI, D; NISENSOHN, L ; PURICELLI, E; TUESCA, D; LEGUIZAMÓN, E. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: situación actual y perspectivas. *Cátedra de Malezas*. Universidad Nacional de Rosario. 47 p.

# **PROYECTO PILOTO: AEPLA – C.A. DE LA RIOJA**

## **GESTIÓN DE LOS ENVASES DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS: LA EXPERIENCIA PILOTO EN LA RIOJA**

J.M. PEÑA NAVARIDAS

Dpto Agricultura y Alimentación. Universidad de la Rioja. Avda La Paz, 105.26004  
Logroño

Resumen: la vigente legislación española sobre Envases y Residuos, deja en manos del agricultor la responsabilidad de gestionar como tóxicos los envases de los Productos Fitosanitarios que consume. Para facilitar esta tarea, durante el verano de 1999 se ha puesto en marcha en La Rioja un sistema de entrega de los residuos, con 36 puntos de recogida móviles localizados en los puntos de mayor consumo. En esta experiencia piloto se pide a los agricultores que, además de embolsar y entregar sus envases, enjuaguen tres veces los recipientes susceptibles de ello con el objeto de evaluar la posibilidad de gestionar los envases así tratados como residuos domésticos. Los resultados indican la posibilidad real de efectuar un tratamiento dentro de la legalidad de este tipo de residuos, aunque se debe mejorar en la respuesta del agricultor.

### **INTRODUCCIÓN : EL MARCO LEGAL**

El marco legal que regula la gestión de los envases de los productos fitosanitarios (PF) resulta ser prolijo y dificultoso. Se basa en la trasposición de distintas directivas comunitarias y se recoge en la Ley 11/97 de Envases, la Ley 10/98 de Residuos y los reglamentos 782/1998 y 952/1997 que respectivamente las desarrollan. De la legislación vigente podemos extraer dos puntos fundamentales desde el punto de vista del consumidor de los fitofármacos:

- 1) El usuario (agricultor) es el responsable de los envases de los PF. Como consecuencia de ello, no sólo está obligado a gestionarlos correctamente, sino que deberá asumir el coste que esta gestión origine.
- 2) TODOS los envases de PF son considerados como tóxicos, lo que implica que se exija en todo momento un responsable de los mismos y un control en la transferencia de dicha responsabilidad hasta llegar a operadores autorizados en la gestión de Residuos Tóxicos y peligrosos (RTP)

Por lo tanto, las situaciones actuales, en las que el agricultor entierra los envases, los quema de forma incontrolada, los vierte junto con las basuras domésticas en los contenedores de RSU o los abandona directamente en el medio, han pasado a ser irregulares. Las alternativas para una correcta gestión pasarían por la entrega en las instalaciones de un gestor Autorizado, la autogestión o los sistemas de depósito y retorno.

Para facilitar a los agricultores la gestión correcta dentro del marco de la ley, la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA) tomó la iniciativa para poner en marcha una Experiencia Piloto en La Rioja para la Recogida de Envases de Productos Fitosanitarios. El sistema de la recogida de los envases se decidió tras un exhaustivo estudio de la legislación y una comparación con la situación en los países de nuestro entorno más cercano, siendo sus principales características las siguientes:

- A) Se establece un sistema de puntos de recogida móviles, esto es, se cita a los agricultores en un lugar determinado, a una hora y fecha concretos, para que efectúen la transferencia de su responsabilidad a un Gestor Autorizado de Residuos (RECIRSA en el caso de La Rioja), que se desplaza desde sus instalaciones centrales de Logroño hasta un punto en las cercanías de los lugares en los que se produce el consumo.
- B) Se pide al agricultor que separe y embolse los envases vacíos en dos líneas perfectamente diferenciadas: por un lado, los envases no enjuagados o no enjuagables, en la denominada Línea Roja; por otro, los envases enjuagados tres veces en la denominada Línea Verde. Estos últimos envases así tratados podrían considerarse como descontaminados, con la posibilidad de poder demostrar en el futuro la posibilidad de gestionarlos como asimilables a residuos domésticos.

La elección de La Rioja como punto de desarrollo de la Experiencia Piloto viene motivada por las dimensiones reducidas de esta Autonomía Uniprovincial, unido al hecho de ser una región eminentemente agrícola con una gran variedad de cultivos a lo largo de su geografía. Además, y como añadido, existe un número representativo de actores implicados (Distribuidores y Puntos de Venta de fitosanitarios), y un movimiento asociativo de agricultores (Cooperativas, Bodegas Cooperativas, Sindicatos Agrarios, etc.) bastante arraigado. Por último, hay que señalar buena disposición de la Administración para colaborar, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental y de las Consejerías de Agricultura y Salud.

## **LOS PUNTOS DE RECOGIDA MÓVILES**

Desde el momento en que el resto de las alternativas que contempla la Ley no son viables en la actualidad (no hay un número de gestores suficiente, imposibilidad del sistema de depósito, devolución y retorno, inexistencia de centros de transferencia (almacenamiento) de residuos tóxicos, etc.), se diseñó un sistema con puntos de recogida móviles, que presentan las siguientes ventajas:

- Permiten el control y la transferencia de la responsabilidad que exige la Ley de Residuos
- Acercan la recogida al agricultor, de manera que los desplazamientos que tienen que efectuar son muy cortos
- Permite la comprobación inmediata de la correcta segregación de los envases de la línea verde(triplemente enjuagados) de los de la línea roja (no enjuagados o no enjuagables), por parte de un técnico competente.

Las características que debe reunir un punto de recogida son muy sencillas:

- Debe ser una explanada tal que permita que los dos camiones (línea roja y línea verde) aparquen con los contenedores y que los agricultores que se desplacen hasta él puedan maniobrar con sus coches y/o tractores. Normalmente, suelen ser suficientes explanadas de 30 x 30 metros
- Debe ser un sitio perfectamente conocido por los agricultores, de manera que puedan identificarlo sin lugar a dudas.

En el momento de la cita, los agricultores transportan sus bolsas rojas y/o verdes hasta los contenedores. Dos operarios toman nota de sus datos (nombre, DNI, nº bolsas que entrega y su peso, etc.), le entregan un justificante de cumplimiento de sus obligaciones legales y le hacen firmar los documentos mediante los cuales se produce la transferencia de la responsabilidad desde el Productor (agricultor) hasta el gestor.

De los 170 municipios riojanos susceptibles de convertirse en puntos de recogida móviles, se eligieron 36 con los criterios siguientes:

- Estudios de mercado de consumos de fitosanitarios, en los que se puede comprobar que la agricultura riojana (y por lo tanto, la generación de envases de PF) se sitúa en los valles del Ebro y sus afluentes. Los municipios de montaña no tienen peso, y por lo tanto, fueron descartados.
- Estudio de la cantidad de envases generados, sobre la base de estadísticas proporcionadas por la Industria, por Calidad Ambiental y por los propios distribuidores. Estas estadísticas han resultado ser muy escasas y poco fiables.
- Estudio de las costumbres y las peculiaridades de cada municipio realizado tras contactos con distribuidores, puntos de venta y cooperativas agrarias.

Una vez conocidos los municipios en los que se iba a efectuar la recogida, había que señalar el punto más adecuado para ello. Se buscaron prioritariamente:

- A) Explanadas o patios pertenecientes a distribuidores o cooperativas que cumpliesen los requisitos antes señalados.
- B) Explanadas pertenecientes a los ayuntamientos perfectamente definidas (básculas municipales, silos, playas de recogida de cereal y/o remolacha, .....

## **DESARROLLO DE LA PRUEBA PILOTO.**

Durante la primera fase de la Experiencia Piloto, se pretendió trasladar la información de la campaña y poner a punto lo necesario para el correcto desarrollo de la misma. Las acciones que se realizaron fueron:

- Venta de las bolsas a los agricultores, por parte de TODOS los distribuidores y puntos de venta (más de 70 en La Rioja). Las bolsas se han realizado en dos colores (rojo y verde), tienen una capacidad de más de 1 m<sup>3</sup>, y han resultado muy resistentes a la tracción y la humedad
- Campaña de información a los implicados, a través de ruedas de prensa, correos directos a los agricultores, cuñas radiofónicas, artículos en prensa, reuniones con cooperativas, distribuidores y puntos de venta, publicaciones en el Boletín de Avisos, etc.
- Localización de los puntos de recogida

La segunda fase tuvo por objetivo realizar la recogida y la segregación de los envases de la línea roja de los de la línea verde.

La fecha de la primera recogida de los envases vacíos de los productos fitosanitarios se estableció en función del calendario agronómico. Como quiera que en las fechas de verano el cultivo que más tratamientos recibe en La Rioja es la viña, se pensó como más adecuado el momento posterior a los tratamientos de floración, que venía retrasada a consecuencia de las heladas. Por lo tanto, se procedió a la primera recogida entre el 29 de Junio y el 9 de Julio (4 municipios al día).

La segregación de las dos líneas se efectuó en los propios puntos de recogida, por parte de técnicos de la empresa TQMA, quienes abrían las bolsas y determinaban si los envases habían sido pertinentemente enjuagados (en cuyo caso pasaban a la línea verde) o no. El transporte de las bolsas desde los puntos de recogida a las instalaciones de RECIRSA se ha efectuado en dos camiones distintos. Por un lado, un camión preparado para el transporte de mercancías peligrosas realizó el traslado de las bolsas rojas. Otro camión recogía las bolsas verdes correctamente enjuagadas y las compactaba con una prensa hidráulica para disminuir su volumen.

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Aunque los resultados son homologables a los obtenidos en otros países que han optado por el mismo tipo de gestión (p.e. Bélgica), no podemos calificarlos sino de pobres. Sólo una pequeña proporción del censo de agricultores ha realizado su entrega de las bolsas en los puntos de recogida. Al mismo tiempo, se han detectado situaciones “irregulares” como son el abandono en las fincas, ribazos o acequias, la quema incontrolada, el enterramiento sin control o el depósito en contenedores de residuos sólidos urbanos. Estos resultados tienen, a mi juicio, las siguientes justificaciones:

- Es muy difícil romper los hábitos de los agricultores, que han venido realizando una gestión incorrecta sin que hasta el momento se les hubiese dado otra posibilidad.

- La Administración no ha sabido “presionar” para conseguir el cumplimiento de la legislación (nos encontrábamos en periodo electoral)
- La campaña informativa ha explicado el cómo, pero no el porqué
- Hay situaciones en que el triple enjuague es muy difícil de realizar en condiciones prácticas

En cualquier caso, este es un análisis al inicio de una campaña que va a continuar en Otoño, momento en el cual se podrá realizar una evaluación total de la Prueba Piloto. Para esta segunda fase se ha diseñado un plan de acción detallado con un programa de charlas y reuniones dirigidas a cooperativas, distribuidores y puntos de venta, organizaciones agrarias y ayuntamientos para explicar la ley vigente, las razones de un sistema de recogida y la práctica del triple enjuagado. Asimismo, se pretende recabar información a través de una encuesta diseñada para medir la satisfacción del agricultor y recoger sus sugerencias.

Las conclusiones que podemos extraer de esta primera fase de la Experiencia Piloto nos permiten ser optimistas. En primer lugar, se ha demostrado que se puede realizar una gestión adecuada de los envases de los productos fitosanitarios dentro de las normas que dicta la ley. Por fin hay un sistema que no deja abandonado al agricultor con sus envases expuesto a sanciones provenientes de los órganos ambientales. En segundo lugar, hay que señalar la excelente disposición de casi todos los implicados en la venta de fitosanitarios: la colaboración de distribuidores, puntos de venta y cooperativas ha sido excelente, con una labor de información al agricultor realizada “boca a boca” digna de reconocimiento. Por último, se ha tenido un extraordinario rigor a la hora de separar las bolsas verdes de las rojas, lo que permitirá en un futuro contemplar la posibilidad de gestionar los envases enjuagados como si de residuos urbanos se tratase, con el consiguiente ahorro. En el momento en que consigamos una mayor implicación de los agricultores en este tipo de sistemas, se podrá decir que hemos mejorado de manera sustancial una faceta más del concepto de agricultura sostenible y habremos contribuido a una disminución de los riesgos sanitarios y medioambientales.

# **FLORA Y VEGETACIO**

## **LA FLORA ALÓCTONA ESPAÑOLA: BANCO DE DATOS**

E. SOBRINO, M. SANZ\*, C. ZARAGOZA\*\*, E. DANA\*\*\*

\*)Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Escuela T. S. Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040-Madrid.

\*\*)Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón. Campus de Aula Dei. 50080-Zaragoza.

\*\*\*) Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Escuela Politécnica Superior. 04120-Almería.

Resumen: Se presenta un proyecto de base de datos relativo a la flora de xenofitas en España, efectuada para conocer la importancia del componente alóctono y determinar con precisión los canales de introducción de plantas exóticas en la flora española, los atributos de las plantas invasoras, así como las áreas geográficas y comunidades especialmente vulnerables a la invasión. La base de datos se realiza en fichas con 17 ítems y el manejo de información mediante un sistema de gestión de base de datos de 17 campos utilizando información resumida. Adicionalmente se pretende realizar la cartografía de la distribución de las especies alóctonas mediante el sistema UTM.

Palabras clave: xenofitas, plantas invasoras, España.

### **INTRODUCCIÓN**

Se utiliza el término plantas alóctonas para definir aquellas plantas que no son nativas de una zona o región determinada, sino que proceden de otras zonas fitogeográficas. Se contraponen este término con el de plantas autóctonas, que son aquellas indígenas o nativas de un determinado territorio. Las plantas alóctonas pueden indicarse con otra terminología que consideramos como sinónimos; tradicionalmente se han denominado neófitos (aunque a veces este término se utiliza para designar aquellas especies introducidas después del s. XVI), posteriormente se ha utilizado la terminología de plantas introducidas o exóticas y más recientemente como xenofitas. Aunque todos ellos se utilizan como sinónimos, se ha dado prioridad a los términos alóctonas y xenofitas.

Las migraciones de plantas se generan por diferentes causas. Unas son derivadas de cambios climáticos, mientras que otras ocurren en un entorno relativamente estable como consecuencia de los propios mecanismos de diseminación de la especie (autocoria), de las migraciones naturales efectuadas por los animales en sus movimientos (zoocoria), por el viento (anemocoria) o por el agua (hidrocoria). El hombre ha actuado a lo largo de su historia como elemento diseminador de primer orden de las especies

vegetales (antropocoria), pero hasta hace unas pocas décadas esta capacidad de diseminación estuvo limitada. La influencia humana en la diseminación de especies es muy fuerte porque puede romper barreras insalvables para otros vectores de diseminación, como océanos, grandes distancias terrestres y montañas. Además, al propio transporte de las diásporas hay que sumar la posibilidad humana de alterar profundamente el medio. Especialmente en las últimas décadas la exagerada actividad humana y la aplicación de su tecnología están generando una degradación global de los ecosistemas naturales, lo que unido a la facilidad, rapidez y frecuencia con que se está produciendo el transporte de mercancías y personas y de manera global, la mundialización de la actividad económica está amenazando con homogeneizar la biosfera. Esto puede analizarse dentro de un contexto energético, ya que la homogeneización genera un incremento de la entropía (medida del grado de desorden) y en consecuencia la pérdida de entalpía libre de los ecosistemas, lo que puede interpretarse como la degradación de los mismos en la medida que disminuye la capacidad de producción de trabajo útil. Además, puede poner en peligro determinadas especies y hábitats con implicaciones en conservación de la diversidad vegetal y, en forma derivada, de la diversidad animal. También tiene importantes consecuencias económicas inmediatas, ya que gran parte de las especies alóctonas son terófitos que muestran aptitud para la invasión de espacios alterados, por lo que suelen invadir rápidamente los espacios agrícolas, ganaderos, jardines y espacios ruderales constituyéndose en nuevas malas hierbas a nivel local.

En algunos casos los porcentajes de plantas introducida es dramático; HEYWOOD (1989) cita que en Nueva Zelanda se sitúa en el entorno del 50%. En el ámbito mediterráneo, aunque este porcentaje resulta menos escandaloso, es también muy elevado, al menos en ciertas áreas. Así NATALI y JEANMONOD (1996) encontraron que un 17 % de la variabilidad de la isla de Córcega correspondía a flora alóctona. Dentro de Europa, un país de pequeña superficie como Holanda es habitada por más de 300 especies alóctonas (SOL, 1995) y en Hawai donde se encuentran numerosas especies endémicas se han introducido una 800 xenofitas. En Cataluña, CONESA y RECASENS (1997) estudiando solamente la flora ruderal de procedencia americana sitúan estas alóctonas en un 3% de la flora catalana. Las especies invasoras encuentran facilitada su introducción en comunidades perturbadas por la acción humana. En ocasiones la aparición de espacios vacíos bióticos induce el asentamiento de una nueva flora, que puede colonizar ese área sin que exista competencia.

Se calcula que millares de especies alóctonas se introducen regularmente en la región mediterránea (JAUZEIN, 1998) y, actualmente, hay un gran interés en el estudio de la capacidad de invasión de estas especies y su impacto en la biodiversidad de las comunidades vegetales (LAVOREL *et al.*, 1998). Por ello, se han realizado inventarios de flora alóctona en numerosos países como en Francia (JAUZEIN, 1998) o el norte de África, donde se ha observado la predominancia de las especies americanas, principalmente *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Oxalidaceae* y *Asteraceae* (MEGGARO *et al.*, 1998). La procedencia americana de las alóctonas es un hecho frecuente y característico (JAUZEIN, 1998; RECASENS y CONESA, 1998). Estas especies son, en muchos casos, oportunistas que aprovechan los espacios vacíos para colonizarlos: zonas afectadas por el fuego (caso de *Senecio inaequidens*, LÓPEZ y MAILLET, 1998), zonas sometidas al abandono de tierras o, incluso, rastrojos posteriores al cultivo (PRIEUR y LAVOREL, 1998).

Esporádicamente, las alóctonas alcanzan unos niveles de invasión o infestación que llaman la atención siendo, entonces, objeto de un estudio particular. Es el caso de *Heteranthera reniformis* (ZARAGOZA *et al.*, 1993), *Centaurea diluta* (SAAVEDRA, 1997), *Solanum sarrachoides* (SOBRINO y DEL MONTE, 1994), *Pennisetum clandestinum* (ANÓNIMO, 1998), y otras (DEL MONTE y SOBRINO, 1993). Sin embargo, las alóctonas de los cultivos de Cataluña son las que mejor se conocen pues han sido objeto de numerosos estudios (CONESA y RECASENS, 1997; CONESA, 1992; CASASAYAS, 1990).

Los factores biológicos y ecológicos que limitan la emigración de las especies alóctonas tienen gran importancia desde un punto de vista agronómico porque pueden dar origen a normativas de cuarentena. En general, las especies más preocupantes como invasoras del medio agrícola suelen ser anuales estivales de dispersión antropócora, autógamias poliploides y con fotosíntesis C4. En concreto, en Cataluña, los cultivos más afectados son los estivales de regadío particularmente el maíz, el arroz y los frutales (RECASENS y CONESA, 1998).

Sobre la base de esta importancia y el peso específico que están tomando la especies alóctonas en diversas partes del mundo y también en Europa, en este trabajo se presenta la metodología de la catalogación de las especies introducidas en España de una forma sistemática, elaborando los datos obtenidos a través de

una ficha standard, lo que permitirá someter a prueba la hipótesis de trabajo de que la invasión de las especies alóctonas ha alcanzado en España un nivel que constituye una amenaza para la conservación de la biodiversidad y también para la actividad agrícola como consecuencia de la aparición de nuevas malas hierbas. Además, se analiza mediante la elaboración de mapas las áreas afectadas más profundamente y los canales de introducción. Todo ello determina la necesidad de estudiar medidas de prevención que reduzcan la invasión de xenofitas. Como avance se presenta una relación de las especies alóctonas más significativas en la flora andaluza, como consecuencia de la diversidad que esta zona alcanzan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La inventariación de la flora alóctona se realiza en base a una ficha constituida por 17 ítems que contiene la información fundamental para cada especie. El modelo de ficha tipo elaborada se presenta en la fig. 1. Para cada especie alóctona se confecciona una ficha de estas características, en soporte papel y electrónico, en un archivo denominado "Fichas alóctonas" que contiene toda la información existente. Adicionalmente se elabora en un sistema de gestión de bases de datos (Access 97), un archivo compuesto por 17 campos con la información básica de la ficha, de forma que resulta posible acceder a ella de forma agrupada, utilizando criterios taxonómicos, áreas geográficas de origen, de distribución, tipo biológico o cualquier otra forma de interpretación.

Para la inclusión de las especies alóctonas se utilizan todo tipo de fuentes válidas en Botánica, es decir bibliografía, herbarios e itinerarios botánicos, incluyendo observaciones de campo recolección. El material vegetal original obtenido dentro de este trabajo se esta depositando en el Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid. El trabajo está coordinado por los firmantes de este artículo, pero se agradece profundamente el apoyo de todos aquellos interesados en las plantas alóctonas para ampliar la información todo lo posible. El correspondiente crédito a la colaboración se incluye en la ficha tipo. La distribución de las alóctonas se realiza sobre la base del sistema cartográfico UTM, fijando las coordenadas de aquellas citas en que sea posible y elaborando un mapa para la Península Ibérica y Baleares dentro de los husos 29, 30 y 31 y para las islas Canarias en los husos 27 y 28. El sistema UTM corresponde a Universal Transversa Mercator (proyección Gauss-Krüger) y sigue un cilindro transversal, aunque los puntos se proyectan según una ley analítica; tiene la ventaja de que se trata de una representación conforme, manteniendo ángulos y semejanzas de figuras.

La nomenclatura sigue a Flora Ibérica y los taxones no recogidos en ella a TUTIN *et al.* (1968-1980) y para los no europeos se utilizan las floras de los países de origen. La información corológica y de biotipos sigue a MATEO y CRESPO (1990). Todas las especies alóctonas son neófitos (introducidos después del s. XVI) según la propuesta de SUKOPP y WERNER (1983).

## RESULTADOS

La fig. 1 muestra como modelo una ficha ya elaborada para la especie *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. (*Pontederiaceae*) hidrófito radicante que se considera como una mala hierba introducida en cultivos de arroz. Aunque por el momento se trata de una especie rara, cuyos pliegos se encuentran depositados en los Herbarios UNEX y JACA, se encuentra citada en áreas geográficas muy distantes, bajo el mismo tipo de utilización agrícola, Fraga (Huesca) y Zurbarán (Badajoz), y podría resultar invasora. De manera global se encuentra que la presencia de la flora alóctona es muy importante ya actualmente en la flora española, aunque su importancia relativa varía en función de los niveles de alteración antrópica y también de aspectos climatológicos y de accesibilidad humana. De forma provisional y considerando los estudios realizados dentro del ámbito de este trabajo, en la flora andaluza se encuentra una cifra del orden del 8% de especies alóctonas, mientras que en algunas zonas del litoral mediterráneo estudiadas en este proyecto en la provincia de Tarragona el porcentaje de especies alóctonas alcanza la cifra del 20%.

En la tabla 1 se presenta como avance la relación de las 20 especies alóctonas que a nuestro juicio poseen una mayor significación en la actual flora andaluza; se incluye información sobre el

biotopo, la región de origen, hábitat y época de floración. Las especies de origen neotropical resultan ser las más frecuentes y en cuanto a la época de floración algo más del 50% de las citadas lo hacen en la época estivo-otoñal y un 40% aproximadamente se presenta en cultivos de verano. Algunas de las especies citadas se encuentran en fase de expansión, tales como *Chamaesyce prostata*, *Chamaesyce serpens* y *Zygophyllum fabago*.

## CONCLUSIONES

Basándose en los estudios ya realizados se encuentra que, al igual que en otros países, el componente alóctono es muy importante en este momento en la flora española, evidenciándose que existen importantes lagunas en su conocimiento así como en su origen y líneas de expansión. Este tema constituye una fuente de preocupación porque se evidencia que algunas xenofitas se introducen muy rápidamente, en fuerte competencia con la flora natural necesitada de algún tipo de protección.

Este trabajo permitirá determinar con precisión los canales de introducción de plantas exóticas, los atributos de las plantas invasoras, áreas geográficas y comunidades especialmente vulnerables a la invasión. Todo ello permitirá establecer un conjunto de medidas que limiten la capacidad invasora de determinadas especies, la protección de comunidades amenazadas, el control de las nuevas malas hierbas y, finalmente, el posible establecimiento de cuarentenas.

TABLA 1: Relación de especies alóctonas significativas en Andalucía

ESPECIE	FAMILIA	BIOTIPO	REGION DE ORIGEN	HABITAT	FLORACION
<i>Nicotiana glauca</i> R.C. Graham	Solanaceae	Fanerófito	Neotropical	Taludes, bordes de caminos	Todo el año
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Cruciferae	Terófito reptante/rosulado	Neotropical	Suelos húmedos, pesados, compactos	Invernal
<i>Aster squamatus</i> (Sprengel) Hieron.	Asteraceae	Terófito escaposo/Hemicriptófito bienal	Neotropical	Suelos húmedos, cultivos de verano	Estivo-otoñal
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Asteraceae	Terófito escaposo	Neotropical	Cultivos de verano; ruderal	Primaveral-otoñal
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Asteraceae	Terófito escaposo	N. America	Cultivos de verano; ruderal	Estival
<i>Conyza albida</i> Willd. Ex Spreng.	Asteraceae	Terófito escaposo	Neotropical	Herbazales húmedos; cultivos de verano; ruderal	Estivo-otoñal
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	Geófito bulboso	Neotropical	Ruderal	Estivo-otoñal; todo el año
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff	Asteraceae	Terófito escaposo	Neotropical	Herbazales húmedos	Otoñal-invernal
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Boraginaceae	Caméfito reptante	Neotropical	Terrenos salobres litorales; cultivos de verano	Casi todo el año
<i>Opuntia dillenii</i> (Ker-Gawler) Haw.	Cactaceae	Nano/Mesofanerófito	Neotropical	Terrenos secos, pedregales	Mayo-Junio
<i>Opuntia maxima</i> Miller	Cactaceae	Meso/Macrofanerófito	Neotropical	Terrenos secos, pedregales	Junio-Julio
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	Hemicriptófito escaposo	Neotropical	Herbazales húmedos; cultivos de verano	Estivo-otoñal
<i>Chenopodium multifidum</i> L.	Chenopodiaceae	Hemicriptófito escaposo	Neotropical	Herbazales húmedos; cultivos de verano	Estivo-otoñal
<i>Chamaesyce prostata</i> Aiton (*)	Euphorbiaceae	Terófito reptante	Neotropical	Suelos húmedos nitrificados	Estivo-otoñal
<i>Chamaesyce serpens</i> Kunth (*)	Euphorbiaceae	Terófito reptante	Neotropical	Suelos húmedos nitrificados	Estivo-otoñal

<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	<i>Amaranthaceae</i>	Terófito escaposo	N. America	Terrenos nitrificados húmedos	Estivo-otoñal
<i>Amaranthus muricatus</i> (Moq.) Hieron	<i>Amaranthaceae</i>	Hemicriptófito escaposo	Neotropical	Terrenos nitrificados ruderal	Estivo-otoñal
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	Terófito escaposo	N. America	Herbazales húmedos; cultivos de verano	Estivo-otoñal
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	Terófito escaposo	Neotropical	Herbazales húmedos; cultivos	Estivo-otoñal
<i>Zygophyllum fabago</i> L. (*)	<i>Zygophyllaceae</i>	Caméfito sufruticoso	Iranoturanaiana	Cultivos abandonados sobre suelos finos salobres; ruderal, viaria	Primaveral-estival

(\*) = en expansión actualmente

## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO, (1992). Presencia de la hierba Kikuyu en España. Boletín de la Sociedad Española de Malherbología, 28, pág 14.
- CASASAYAS, T. (1990). La flora al·lòctona de Catalunya. Cataleg raonat de les plantes vasculares exòtiques que creixen sense cultiu al NE de la Península Ibèrica. Publ. Univ. Barcelona, Col. Tesis Doct. Microfitxades num. 787. Barcelona.
- CONESA J.A. (1992). Flora americana naturalizada en Cataluña, País Valencià i Balears. Actas Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología. Lleida. 135-146.
- CONESA, J. A., RECASENS, J. (1997). Flora ruderal de procedencia americana en Cataluña. Acta Etnobotànica 92: 389-402.
- DEL MONTE J.P., SOBRINO E. (1993). Distribución en España de cinco especies alóctonas, malas hierbas en los jardines de la zona centro. Actas Congreso 1993 de la Sociedad Española de Malherbología. Lugo. 29-36.
- HEYWOOD, V. H. (1989). Patterns, extents and modes of invasions of terrestrial plants. In: DRAKE; J. A. et H. A. MOONEY (eds.) SCOPE 37: Biological invasions, a global perspective. John Wiley & Sons.
- JAUZEIN P. (1998). Bilan des espèces naturalisées en France méditerranéenne. 6ème Symposium Medit. EWRS 1998. Montpellier, 19-25.
- LAVOREL S., PRIEUR A.H., GRIGULIS K. (1998). Invasibility and diversity of plant communities from patterns to processes. 6ème Symposium Medit. EWRS 1998. Montpellier, 3-10.
- LÓPEZ C., MAILLET J. (1998). Impact de perturbations sur l'installation d'une espèce envahissante: *Senecio inaequidens*. 6ème Symposium Medit. EWRS 1998. Montpellier, 47-48.
- MATEO, G. & CRESPO, B. (1990). Claves para la Flora de Valencia. Ed. Del Cenia al Segura. Valencia.
- NATALI, A., JEANMONOD, D. (1996). Flore Analytique des plantes introduites en Corse. Compléments au Podrome de la Flore Corse. Ed. Conservatoire et Jardin botaniques, Genève.
- PRIEUR A.J., LAVOREL S. (1998). Biodiversité et invasion de fides post-culturales de la region mediterreneenne francaise. 6eme Symposium Medit. EWRS 1998. Montpellier, 51-52.
- RECASENS J., CONESA J.A. (1998). Attributs des espèces végétales exotiques présentes dans les cultures de la Catalogne (Espagne). 6ème Symposium Medit. EWRS 1998. Montpellier, 26-32.
- SAAVEDRA M. (1997). *Centaurea diluta* Aiton, nueva infestante en cultivos herbáceos de Andalucía. Actas Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología. Valencia. 173-176.
- SOBRINO E., DEL MONTE J.P. (1994). Two *alien Solanum* species new to the Spanish flora and their characterization within the *Solanum nigrum complex* (*Solanaceae*). Flora Mediterranea 4, 101-109.
- SOL, D. (1995). Introducción de especies vegetales exóticas. Quercus, Junio: 34-37.
- SUKOPP, H. & WERNER, P. (1983). Urban environment and vegetation. En: Holzner, M.J.A., Werger & I. Ikusima (eds.) Man's impact on Vegetation: 247-260. W. Junk, The Hague, Netherlands.
- TUTIN T.G., HEYWOOD, V.H., BURGUES, N.A. MORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.) (1968-1980). Flora Europaea, vols. 1-5. Cambridge University Press.

ZARAGOZA C., GARCÍA FLORIA M.C. , AIBAR J. (1993). Presencia de *Heteranthera reniformis* Ruíz Pavón en el cultivo de arroz en Huesca. Actas Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología. Lugo. 41-45.

Summary: The allochthonous spanish flora: Database. A project of the database relative to xenophytic flora in Spain, which is made to know the significance of allochthonous component and to determine exactly the introduction channel of exotic plants in Spanish flora, the attribute of invading plants, as well as vulnerable areas and communities to the invasion is presented in this paper. Database is made in cards with 17 questions.

## PROYECTO DE FLORA ANALÍTICA DE XENOPHYTAS EN ESPAÑA

### 1. Nombre botánico

*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.

### 2. Familia

Pontederiaceae

### 3. Nombre vulgar

### 4. Primera localidad: Zurbarán (Badajoz)

Autor: Rodríguez Bernabé, J.A. & al. Fecha: 28-VII-1994  
Herbario: UNEX Número: 18953  
Coord. UTM: 30STJ6427 Altura: ¿

### 5. Otras localidades (pueden ser varias localidades)

Fraga (Huesca)

Autores: Conesa Mor, J.A. & M. Sanz Elorza Fecha: 6-X-1995  
Herbario: JACA Número: 524096  
Coord. UTM: 31TCG8501 Altura: 130

### 6. Status

Introducción segura  
Introducción probable \*  
Presencia dudosa  
Indígena dudosa

### 7. Forma de introducción

Introducción intencional  
Ornamental  
Comestible  
Forrajera  
Forestal  
Cultivos de materias primas  
Introducción involuntaria  
Mala hierba \*  
Jardinería  
Con minerales  
Por animales  
Accidental  
Desconocida

### 8. Frecuencia

Muy rara \*  
Rara

- Localizada  
Común
- Desaparecida  
Sin información
- 9. Tipo biológico (según Raunkier)**  
Hidrófito radicante.
- 10. Grado de naturalización**  
Subespontánea \*  
Naturalizada
- 11. Dinámica**  
En expansión \*  
Estable  
En regresión  
Introducción reciente  
Sin información
- 12. Hábitat que coloniza**  
Arvense (cultivos de arroz) \*  
Ruderal  
Medios poco antropizados  
Otros
- 13. Influencia sobre el medio**  
(pueden ser varios a la vez, aclare si es necesario indicando efecto brevemente)  
Beneficioso  
Perjudicial (mala hierba) \*  
Indiferente
- 14. Origen (incluyendo hábitat)**  
América tropical.
- 15. Otras áreas y países donde está introducida**  
Italia, Francia (Camarga)
- 16. Bibliografía o fuentes**  
Rodríguez Bernabé, J.A. & al. (1995). *Anales Jard. Bot. Madrid* 53 (1): 138  
Conesa Mor, J.A. & M. Sanz Elorza (1997). *Anales Jard. Bot. Madrid* 55 (2):454  
Schiele (1986). *Proo. 7<sup>th</sup> Int. Symp. Aquatic Weeds*: 297  
Lagarde & Gauthier (1991). *Bull. Soc. Bot. France* 138: 230-240  
Sgattoni & al. (1990). *Informatore fitopatologico* 6: 33-38
- 17. Autor de la ficha** (Centro, dirección, teléfono, fax, correo electrónico)  
Mario Sanz Elorza. Dirección General del Catastro. Gerencia Territorial de Segovia.  
Avda. Fernández Ladreda, 28. 40002 SEGOVIA.  
Teléfono: 921 461570  
Fax: 921 46168

Fig. 1- Ficha modelo elaborada para la inventariación de la flora alóctona introducida en España, utilizada para la especie *Heteranthera limosa* (Sw.) Wild.

## **AMPLIACIÓN DEL CATÁLOGO DE MALAS HIERBAS DE LA ZONA CENTRO DE ESPAÑA EN DOS ESPECIES**

J.P. DEL MONTE ; M. MARTINEZ  
Depto. Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal  
Esc. Téc. Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Ciudad Universitaria sn.  
28040 Madrid.

Resumen: Se cita la presencia en la zona centro de España de dos especies alóctonas *Cotula mexicana* (DC) Cabrera y *Amsinckia lycopsoides* (Lehm) Lehm. que se comportan como malas hierbas en nuestras condiciones. *C. mexicana*, como mala hierba en céspedes deportivos (campos de golf), y *A. lycopsoides*, como mala hierba en cultivos de cereal. En ambos casos se describe su morfología, su origen y posible introducción en nuestro país.

Palabras clave: *Amsinckia lycopsoides*, *Cotula mexicana*, céspedes deportivos, cereales, malas hierbas.

### **INTRODUCCIÓN**

Las plantas como individuos están inmóviles y fijos a la tierra, sin embargo como especies presentan una gran movilidad y posibilidades de dispersión gracias, fundamentalmente, al hombre.

Este planteamiento es el que nuevamente ocurre con las dos especies que citamos a continuación: *Cotula mexicana* (DC) Cabrera (*C. pygmaea* (H.B.K.) Benth. & Hooker ; *Soliva pygmaea* H.B.K.; *Soliva mexicana* DC; e *Hippia minuta* L. fil.) y *Amsinckia lycopsoides* (Lehm) Lehm. Dos especies sin ningún otro elemento ni característica común que la de estar presentes, en las citas que comentamos, en un medio en el que no son deseadas, comportándose por tanto como malas hierbas, si bien su interferencia “con las necesidades y deseos del hombre” son muy distintas en ambos casos.

Desde el punto de vista de “malignidad”, en el primero de los casos es muy relativa ya que es de pequeño tamaño y el hábitat en el que se ha situado son unas zonas de ocio tan particular como son las zonas de “green” de los campos de golf, donde compiten con las gramíneas utilizadas en su confección, rompiendo la uniformidad necesaria y exigida en estas áreas para la práctica del deporte por afectar a la circulación normal de la bola. Este problema es de la suficiente magnitud como para que sea tratada con herbicidas de forma sistemática, si bien por tamaño no parece ser problemática ya que no cubre grandes superficies. En el caso de *Amsinckia lycopsoides* (Lehm) Lehm está presente como mala hierba de cereales, y que desde el punto de vista morfológico podríamos decir todo lo contrario.

En este trabajo se describen ambas especies, sus áreas de distribución en España, su origen y su posible vía de introducción.

## RESULTADOS

*Cotula mexicana* (DC) Cabrera. Es una especie de pequeño tamaño y porte que se multiplica tanto por reproducción vegetativa como sexual; es capaz de enraizar en los nudos manteniendo en todos los casos un porte rastrero (Figura 1). Estas características morfológicas, unido a las prácticas culturales utilizadas en los “green”, en particular la intensidad de riego y de siega, la permite seguir presente en esta zona, ya que con la siega se elimina la mayor parte de la biomasa aérea de las gramíneas que constituyen el césped deportivo, disminuyendo la competencia de éstas sobre la primera; de hecho en las áreas no segadas no ha sido localizada.

En este caso se trata de la primera cita de esta especie en Europa (DEL MONTE y AGUADO, 1997), si bien se tiene localizada desde 1990. La vía de introducción parece claro que ha sido como contaminación de la semilla de siembra para estas zonas. Su origen geográfico es fácil de suponer teniendo en cuenta el epíteto específico. Su distribución por ahora conocida son dos campos de golf de la zona noroeste de Madrid situados en los términos municipales de Las Matas y El Escorial.

Esta especie pertenece a la familia *Asteraceae*, pero realmente no es fácil de asegurar ya que su flor es muy pequeña e inconspicua, así como también los son los capítulos y los frutos correspondientes. Las inflorescencias nacen en la axilas de las hojas; están claramente pedunculadas (3 cm) y son de muy pequeño tamaño (2-4 mm. de diámetro). Los capítulos están formados por 1 serie marginal de flores femeninas sin corola; en el centro aparecen 3-4 flores hermafroditas pero funcionalmente masculinas, estas flores son en tubo, y presentan una corola blanca, y con tres lóbulos triangulares. Los aquenios son generados exclusivamente por las flores de la periferia que son las femeninas, en número de 7-10, son plano-convexos, alados, biauriculados en el ápice y sin vilano; su longitud es de 1-(2) mm. Los tallos y hojas son villosos; las hojas son imparipinnadas (en algún caso muy raro son bipinnadas en algún foliolo), con un número de 3-4(5) pares de foliolos, y con el peciolo envainante.

*Amsinckia lycopsoides* (Lehm) Lehm (Figura 2).- Está presente como mala hierba en cereales (los agricultores de la zona tienen constancia de su presencia y problemática), de forma más “aparatososa” en cebada y trigo (porque sobresale por encima del cultivo), pero también en centeno, al norte de la provincia de Segovia en el término municipal de Navalmanzano, desde hace unos 4 ó 5 años, (según los agricultores consultados). En la bibliografía GARCÍA ROLLÁN (1996) cita como presente exclusivamente en Salamanca la especie *A. lycopsoides*, la cual fue citada en 1980 por RICO, si bien fue herborizada en 1977, especie de la cual no hemos vuelto a localizar ninguna cita hasta esta cita nuestra. Sin embargo, GIRALDEZ cita por primera vez en 1986 la presencia de *Amsinckia calycina* (Moris) Chater en España, en la provincia de Zamora (recolectada en 1983, en terrenos ruderalizados en las proximidades del pueblo de Morales del Vino, y presente de forma muy localizada); posteriormente NAVARRO ANDRÉS y GARCÍA RÍO (1992) vuelven a citarla en la misma provincia como mala hierba cerealista sobre suelos areno-arcillosos y también está citada su presencia en la provincia de Avila.

Pertenece a la familia *Boraginaceae*, lo cual es fácilmente identificable por su aspecto hispido y por su inflorescencia; por el contrario la taxonomía del género no es sencilla ya que en realidad existen unas especies cuyas diferencias no son en algunos casos fáciles de observar; por ello nos cabe la duda de que en estos casos en realidad se trate de la misma especie (la diferencia entre las dos especies aquí citadas se basa, tan sólo, en la presencia o ausencia de pelos en el interior del cuello de la corola, carácter que no siempre es fácil de ver, máxime en plantas secas de pliegos de herbario). CHATER (1972) afirma que la identidad de las plantas encontradas en Europa es incierta en algunos casos.

El género *Amsinckia* es de origen americano, tanto de América del Sur como del Norte; concretamente en Estados Unidos y en la costa oeste se han descrito y tiene su origen un número elevado de especies, de las que se cita como mala hierba en el oeste de Estados Unidos una especie: *A. intermedia* Fisch & Meyer, con la cual se puede hibridar la especie que aquí presentamos (HICKMAN, 1993), teniendo ambas un aspecto muy similar, diferenciándose entre ambas en la presencia de pelos en el cuello de la corola y en que los estambres y estilo están incluidos en el tubo de la misma en el caso de *A. lycopsoides*.

En la flora de Francia ha habido un incremento en el número de especies de este género que se puede observar en distintas Floras. COSTE (1937) cita una única especie: *A. calycina* (*A. angustifolia* Lehm; *A. hispida* (Ruiz et Pavón) I.M. Johnston) y dice que la primera cita en Francia data de 1845 (bajo la denominación de *A. angustifolia*) (según POLUNIN, 1982, ha sido introducida en el centro de Europa). GUINOCHE y VILMORIN (1975) hablan de dos especies: *A. calycina* y *A. lycopsoides*, y al comentar la distribución de ambas las sitúa en Francia a la primera en el N, W, E, C y “aquí y allá”, y a la segunda en el N, NE, E y “aquí y allá”, si bien considera la presencia de ambas como rara. Por último, según FOURNIER (1961 y 1977) están presentes cuatro especies del género *Amsinckia*: *A. calycina*, *A. lycopsoides*, *A. intermedia* y *A. menziesii* (Lehm) Nelson et J.F. Macbr., si bien la más frecuente es la que es objeto de este trabajo. Por su parte no hemos localizado ninguna de estas especies ni en la flora de Italia ni en la de Portugal.

El desarrollo y abundancia que presenta esta especie en los campos de cereal donde se ha localizado, nos hace pensar que es una especie realmente competitiva, lo cual contrasta con la situación de que en ninguna flora consideran como arvense. En California de donde es originaria, la especie a la que se refieren como mala hierba es a *A. intermedia* (WHITSON *et al.*, 1991) y en Sudamérica donde hay especies nativas dicen del género que no tiene “mayor importancia económica” (BOELCKE, 1989).

No es fácil establecer su posible origen próximo, ya que pudiera ser o bien de otra zona de Castilla-León donde ya ha sido citada, de Francia o de Estados Unidos. De las tres posibles procedencias nos inclinamos a pensar que ha sido introducida en España a partir de Francia en base a: a) la aparente “frecuencia” en la flora francesa, que contrasta con su escasez y rareza en nuestra flora, b) la intensidad comercial con Francia (consultados los agricultores sobre posible intercambio comercial con el país vecino respondieron que ha sido “abundante” ya que gran parte del centeno sembrado en esta zona ha tenido esa procedencia). Por su parte el posible origen americano cabría situarlo en California, de donde es originaria y de donde se importa el material parental de fresa que en la zona se multiplica para plantón de futuras plantaciones en el Sur peninsular y en Marruecos. Sin embargo, el hecho de que el material parental se importe congelado, que en el cultivo de fresa no se haya encontrado, que la fresa esté en rotaciones de una vez cada 4 años y que las zonas más afectadas no hayan estado en general dedicadas a la fresa, hace que consideremos esta hipótesis como menos probable; si bien su origen primario es California y, por tanto, no es descartable.

*A. lycopsoides* por su arquitectura morfológica, por ser una planta hispida y con inflorescencia en cima escorpioide podría pasar perfectamente por ser considerada como un ejemplar del género *Echium* siempre y cuando la planta no tenga flores. La flor tiene simetría radiada, es de pequeño tamaño (diámetro <3 mm), de color amarillo y el cuello de la corola está más o menos cerrado por un anillo de pelos. Los frutos son también de pequeño tamaño (<3 mm) y están tuberculados. Adquiere un gran desarrollo tanto en altura (puede superar 1 m de altura) y sobresale por encima de las mieses (con excepción del centeno), como en anchura ya que se puede ramificar mucho desde la base, llegando a medir un diámetro de hasta 1 m. Tanto las semillas como el forraje es tóxico para el ganado, especialmente vacuno, por los alcaloides y las altas concentraciones de nitratos. Los pelos de la planta causan irritación en la piel de las personas.

Su ciclo está ajustado al del cereal y cuando se coseche éste la mayor parte de los frutos de *Amsinckia* habrán caído al suelo, y si no lo harán cuando se efectúe la recolección.

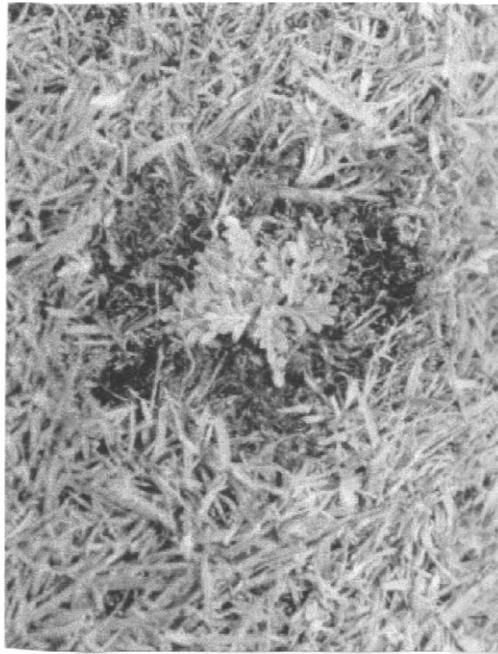
## BIBLIOGRAFÍA

- BOELCKE, O. (1989) Plantas vasculares de la Argentina, Nativas y Exóticas. De. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires. 238.
- COSTE, H (1937) Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Librairie des Sciences et des arts. París. 2:607.
- CHATER, A.O. (1972) In *Flora Europaea*. Tutin, T.G.; Heywood, V.H.; Burges, N.A.; Moore, D.M.; Valentine, D.H.; Walters, S.M; Webb, D.A. (Eds.) Cambridge University Press. Cambridge 3:110.

- DEL MONTE, J.P.; AGUADO, P. (1997) Sobre la presencia de *Cotula mexicana* (DC) Cabrera en España. *Anales. Jard. Bot. Madrid.* 55(2):481-482.
- GARCÍA ROLLÁN, M. (1996). Atlas Clasificatorio de la Flora de España Peninsular y Balear. Ed. M.A.P.A. y Ediciones Mundi-Prensa Madrid. 1:101.
- GIRALDEZ, X. (1986). Aportaciones al conocimiento de la Flora Zamorana. *Studia Botanica* 5:175-178.
- GUINOCHET, M.; VILMORIN, R.(1975). Flore de France. 2:596. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. París.
- FOURNIER, P. (1977). Les Quatre Flores de la France. 734-735. Editions Lechevalier S.A.R.L. París
- HICKMAN, J.C. (Editor)(1993) The Jepson Manual. Higher Plants of California 367-369. University of California Press. California.
- NAVARRO ANDRÉS, F.;GARCÍA RÍO, R. (1992) *Fragmenta Chorologica Occidentalia*, 4190-4228. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 50(1):100-103.
- POLUNIN, O. (1982). Guía de Campo de las Flores de Europa. 384 Ed. Omega. Barcelona.
- RICO HERNÁNDEZ, E. (1980) Aportaciones a la Flora Salmantina. *Anales. Jard. Bot. Madrid.* 36:245-255.
- WHITSON, T.D.; BURRILL, L.C.; DEWEY, S.A.; CUDNEY, D.W.; NELSON, B.E.; LEE,R.D.; PARKER, R. (1991) Weeds of the West. Whitson, T.D (ed.). Western Society of Weed Science & Western United States Land Grant Universities Cooperative Extensión Services.198-199

Summary: Enlargement of weed catalog of Central Spain with two new species. This work refers the presence of two allochtonous species: *Cotula mexicana* and *Amsinckia lycopsoides* which grow as weeds in Central Spain. *C. mexicana* was found as weed in sport greens (golf greens) whereas *A. lycopsoides* is present as cereal weed. Morphology, origin and probable way of introduction in Spain are described for both species.

Key words: *Amsinckia lycopsoides*, *Cotula mexicana*, sport greens, cereal weeds.



A



B

Figura 1.- *Cotula mexicana*. A) foto de la planta . B) Detalle de una planta joven y de una hoja y capítulo (tamaño real)

A



B

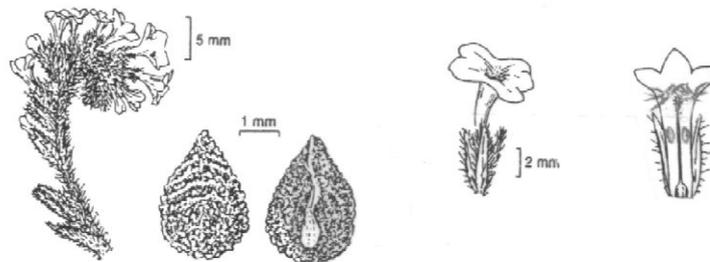


Figura 2.- *Amsinckia lycopsoides*. A) Foto mostrando el aspecto de la planta en un cultivo de cebada; B) detalles de inflorescencia, frutos, y flor entera y seccionada mostrando los pelos de la garganta y posición de los estambres.

## **ANÁLISIS DE LA FLORA ARVENSE EN LOS OLIVARES DEL ALTO VALLE DEL GUADALQUIVIR (JAÉN)**

A. GARCIA FUENTES, J.A. TORRES, C. SALAZAR, M. MELENDO y E. CANO  
Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de CC. Experimentales  
y de la Salud. Universidad de Jaén (23071-Jaén, España)  
E-mail: agarcia@ujaen.es

Resumen: Entre 1991-96 se estudió la flora del olivar en el alto valle del Guadalquivir (Jaén). Este territorio posee una superficie aproximada de 735.000 ha y presenta gran variedad de sustratos geológicos y edáficos, hecho que determina la heterogeneidad florística y ecológica existente, destacando su fuerte antropización, debido a que sus suelos poseen muy buenas cualidades agronómicas. Se han realizado diferentes análisis numéricos y gráficos que pueden ayudar a la interpretación de este trabajo.

Palabras clave: olivar, flora, cultivos, fitocenosis.

### **INTRODUCCIÓN**

El territorio de estudio posee una superficie aproximada de 735.000 ha, de las cuales 552.804 ha corresponden al cultivo del olivar. Este territorio posee escasas elevaciones altitudinales, donde hay un fuerte predominio del paisaje acolinado, muy patente en zonas como la Loma de Úbeda, que precisamente es donde se presentan las mayores elevaciones, en torno a los 700-800 m de altitud. Durante siglos este territorio ha sufrido la presión antrópica y ganadera fundamentalmente debido a la bonanza de su clima y a las excelentes propiedades agronómicas de sus suelos; suelos potentes, ricos en materia orgánica, margosos o arcillosos en su gran parte; las cuales poseen buenas cualidades para el cultivo del cereal, vid y olivar.

Prácticamente toda la zona se halla surcada por el río Guadalquivir y sus principales afluentes (ríos Guadalimar, Guadiel, Guadiana Menor, Rumblar, Guadajoz, etc.). El territorio limita al norte con Sierra Morena, al este con las elevaciones de la Serranía de Cazorla y al sur con las primeras estribaciones de las Sierras Subbéticas. Por el oeste el valle continúa hacia las provincias de Córdoba, Sevilla, Huelva y Málaga.

Según ORTEGA ALBA (1991) el valle del Guadalquivir es un relleno sedimentario formado por materiales blandos; que salvo los cuaternarios, todos tienen origen marino. En el mioceno aparecen tramos duros de areniscas y calizas, que dan resaltes de los bordes de los alcores y mesas tabulares. El plioceno se reduce al fondo de la depresión y es también marino, con margas y limonitas. El cuaternario posee depósitos coluviales delgados y extensos, en terrazas fluviales y en la llanura aluvial, ya en el bajo Guadalquivir. Destacan las margas y margocalizas del neógeno-cuaternario y materiales autóctonos de las

Sierras Subbéticas, así como, en la parte más septentrional del valle se da un predominio de materiales triásicos, areniscas fundamentalmente, en detrimento de las margas y margocalizas (Cobertera tabular).

Estos materiales geológicos derivan en la formación de diferentes tipos de suelos (AGUILAR et al., 1987), predominan en la zona más septentrional suelos tipo luvisoles crómicos con un pH cercano a la neutralidad lo cual repercute directamente en la flora de esa zona en concreto. La zona rica en margas y margocalizas, de posición intermedia en el valle, deriva en suelos tipo cambisoles cálcicos y vertisoles ricos en arcillas, suelos propios de campiña, destinados fundamentalmente al cultivo del olivar y cereal. Por último, en la zona más meridional hay un predominio de los solonchacks órticos, suelos de tipo salino, ricos en yesos y sales sulfatadas que directamente influyen en la flora.

El estudio bioclimatológico del territorio según la obra de RIVAS-MARTÍNEZ (1996) nos indica que éste se halla comprendido entre los pisos bioclimáticos Termomediterráneo superior y Mesomediterráneo inferior. El ombroclima oscila entre el seco y el subhúmedo, con cierto predominio de este último. Potencialmente nos encontramos en un territorio bajo el dominio climático de las siguientes series de vegetación climáticas: *Smilaci mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. para las zonas netamente calizas y más termófilas; *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae* S. faciación basófila en los terrenos sobre areniscas rojas triásicas y *Paeonio coriacea-Querceto rotundifoliae* S. en las zonas calizas mesomediterráneas (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio y recolección de material se ha llevado a cabo entre los años 1991-1996. De todos los taxones existe un pliego testigo depositado en el Herbario Jaén de la Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud de la Universidad de Jaén.

Para la descripción corológica se ha empleado la siguiente terminología extraída de las obras de PIGNATTI (1982) y QUÉZEL (1985): Cosmopolita: [COSMO], Subcosmopolita: [SCOSMO], Holártico: [HOL]. Paleotropical: [PTROP]. Neotropical: [NTROP]. Pantropical: [PANTROP]. Eurasiático: [EURASIA]. Mediterráneo: [MED] [W-MED]. Mediterráneo-Irano-Turaniano: [MED-IR-TUR]. Mediterráneo-Macaronésico: [M-MAC]. Eurosiberiano-Mediterráneo: [EU-MED]. Ibérico: [IB]. Superprovincia Iberolevantina: [IBEROLEV]. Provincia Bética: [BET]. Provincia Luso-Extremadurese: [L-EXT]. Provincia Murciano-Almeriense: [M-A]. Sector Hispalense: [HISPA]. Ibero-Mauritánicos. [IB-MR]. Ibero-Macaronésicos. [IB-MAC]. Otros: [OTROS].

La bibliografía consultada para la determinación de los taxones es diversa, y destacamos las obras de TUTIN & col. ed. (1964-93), CASTROVIEJO & col. ed.(1986-98), VALDÉS & col. ed. (1987). Asimismo se han utilizado obras específicas para algunos taxones conflictivos, como DEVESA (1991) para el estudio de la familia *Poaceae*, BLANCA LÓPEZ (1981) para el género *Centaurea* L., LUCEÑO (1994) para el estudio de *Carex* L., ORTEGA & DEVESA (1993) para el género *Scrophularia* L..

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El catálogo concerniente a la flora arvense del cultivo de olivar del alto valle del Guadalquivir arroja un número total de 679 taxones (especies, subespecies y variedades diferentes), pertenecientes a un total de 58 familias. Se trata de un alto número de taxones, aunque no debemos olvidar la gran extensión del territorio estudiado y su variedad en cuanto a sustratos y climatología.

En la Fig. 1 se muestra la distribución de las principales familias y géneros de esta flora. Dentro de los grupos con mayor presencia destaca la familia de las Compuestas con un total de 97 taxones. Le siguen las Leguminosas (89) y Gramíneas (86). Existe un tercer grupo formado por las Crucíferas (36), Cariofiláceas (32), Apiáceas (30) y Escrofulariáceas (26). Las Labiadas, Geraniáceas, Euforbiáceas, Borragináceas, Malváceas, Ranunculáceas y Poligonáceas a pesar de estar bien representadas, formarían un cuarto grupo ya con menor presencia. Podemos señalar el interés forrajero y ganadero de las familias mayoritarias en número de especies (Leguminosas y Gramíneas).

En la distribución por géneros destacan, con un gran número de especies, las Leguminosas: tréboles, carretones y arvejas; seguido de los bromos, euforbias y silenes. Los tres géneros primeros (*Trifolium* sp., *Medicago* sp. y *Vicia* sp.) tienen alto interés para todo tipo de ganado.

Observando la Figura 2 podemos apreciar como los elementos mediterráneos son de presencia mayoritaria frente al resto (51%), seguidos de los taxones cosmopolitas (14%) y de los relegados al mediterráneo occidental (13%). Asimismo, lo hacen los taxones de distribución mediterráneo-macaronésica e iberomauretánica. Le siguen los de distribución eurosiberiana y mediterránea, ibéricos, etc. Existen pocos elementos endémicos propios de este vasto territorio (tan solo un taxón *Anchusa puechii*, es propio del sector Hispalense). En general se trata de una flora de distribución mediterránea, con influencias macaronésicas y mauritánicas, con escasez de elementos propios de zonas más frías y húmedas. En el valle predominan también los elementos de distribución cosmopolita y subcosmopolita, elementos generalistas de amplia distribución con muy pocas exigencias ecológicas para desarrollarse y vivir, taxones que son de clara influencia antrópica asociados a determinados cultivos y actividades agrícolas.

En cuanto a la distribución fitosociológica (Figura 3), comprobamos que la clase fitosociológica predominante es *Stellarietea mediae* (clase de distribución cosmopolita que engloba a comunidades de terófitos y geófitos; propia de medios antropizados, obteniéndose por nitrificación, abonado, quema y/o deforestación, e incluso por un exceso de pastoreo). Le siguen *Helianthemetea guttati*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Artemisietea vulgaris* y *Galio-Urticetea*, propias igualmente de ambientes con cierta influencia antrópica y ganadera. En menor medida se hallan representadas las clases *Thero-Brachypodietea ramosi*, *Polygono-Poetea annuae*, *Bidentetea tripartitae*, *Poetea bulbosae*, *Isoeto-Nanojuncetea*, *Thero-Salicornietea*, *Phragmito-Caricetea* y *Parietarietea judaicae*. En cuanto al análisis por órdenes y clases fitosociológicos destacan los representantes de la clase *Stellarietea mediae*, seguidos de los representantes del orden *Brometalia rubenti-ectori* (pastizales y herbazales subnitrofilos), seguidos de los representantes de la clase *Helianthemetea* (pastizales terofíticos puros) y de las comunidades de *Sisymbrietalia* (pastizales-herbazales que se desarrollan en campos de cultivo abandonados, barbechos, bordes de caminos, carreteras y terrenos incultos removidos).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR RUIZ, J.; DELGADO, G.; DELGADO, R.; DELGADO RODRÍGUEZ, M.; FERNÁNDEZ, I.; NOGALES, R.; ORTEGA, E.; PÁRRAGA, J.; SAURA, I.; SIERRA, C. & SIMÓN TORRES, M. (1987). Memoria del Mapa de suelos de la provincia de Jaén (E. 1:200.000). Excma. Diputación Provincial de Jaén.
- BLANCA LÓPEZ, G. (1981). Revisión del género *Centaurea* L. Sect. *Acrocentroides* Willk. I. Anales Jard. Bot. Madrid 36:349-369.
- CASTROVIEJO, S. & col. ed.(1986-98). Flora Ibérica. Vols. I,II, III, IV, V, VI y VIII. Servicio de Publicaciones del C.S.I.C. Madrid.
- DEVESA, J.A. (1991). Las gramíneas de Extremadura. Badajoz.
- LUCEÑO, M. (1994). Monografía del género *Carex* en la Península Ibérica e Islas Baleares. Ruizia 14. C.S.I.C. Madrid.
- ORTEGA ALBA, F. (1991). El medio físico. In Bosque Maurel, J. & Vilá Valentí, J. (Eds.) Geografía de España. Vol. 8. (Andalucía y Canarias). Ed. Planeta. Barcelona.
- ORTEGA, A. & DEVESA, J.A. (1993). Revisión del género *Scrophularia* L. (*Scrophulariaceae*) en la Península Ibérica. Ruizia 11. Serv. Pub. C.S.I.C. Madrid.
- PIGNATTI, S. (1982). Flora d'Italia. Vol I. Ed. Edagricole. Bologna. Italia.
- QUÉZEL, P. (1985). Definition of the Mediterranean Region and the origin of its flora. In: C. GÓMEZ CAMPO. Plant conservation in the Mediterranean area. Dr. W. Jonk Publishers. Dordrecht.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). Memoria del mapa de series de vegetación de España. E.: 1:400.000. I.C.O.N.A. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1996). Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis* 16:1-33.
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGESS, N. A.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (1964-93). *Flora Europaea*. Vol. I al V. Cambridge at the University Press.
- VALDÉS, B.; TALAVERA, S. & FERNÁNDEZ-GALIANO, E. (1987). *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vol. 1, 2 y 3. Ketres Editora, S. A., Barcelona.

Summary: Analysis Of Olive Grove Weeds In The High Valley Of Guadalquivir (Jaén). A study on the olive grove flora (weeds) of the High Valley of Guadalquivir (Jaén) has been carried out from 1991 to 1996. The study area occupies 735.000 Ha approximately, and has a great variety of geological and pedological substrata, what causes a wide range of ecological factors and a heterogeneous floristic composition. Furthermore, this zone is very affected by the human action, due to the good agronomical qualities of the soils. Several numerical analysis and graphics have been made in order to make easier the interpretation of this work.

Keywords: Olive groves, weeds, crops, phytocoenoses

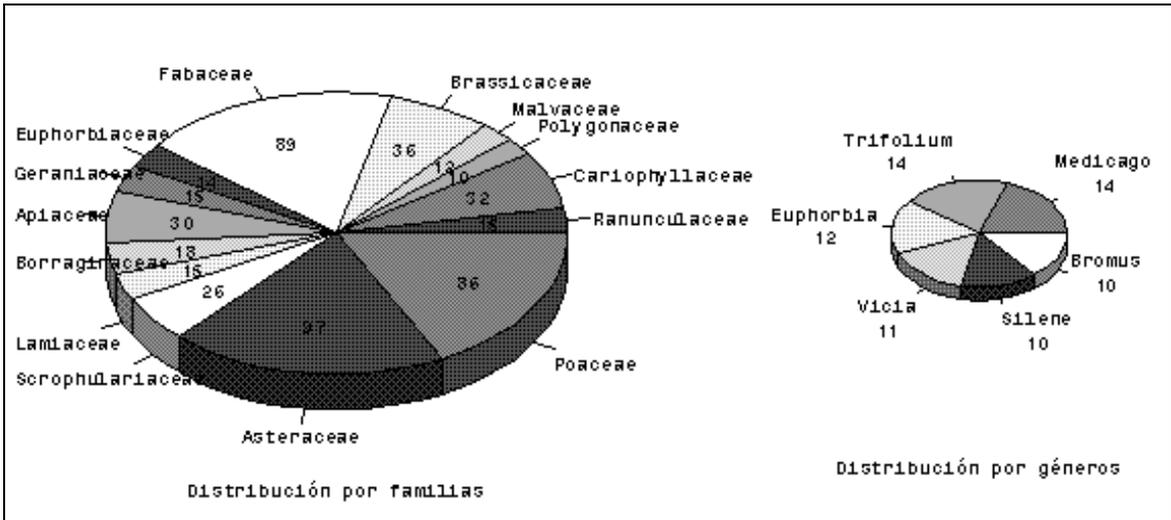


Fig. 1.- Distribución de la flora arvensis en el alto valle del Guadalquivir (Jaén) [Número de especies de las principales familias y géneros].

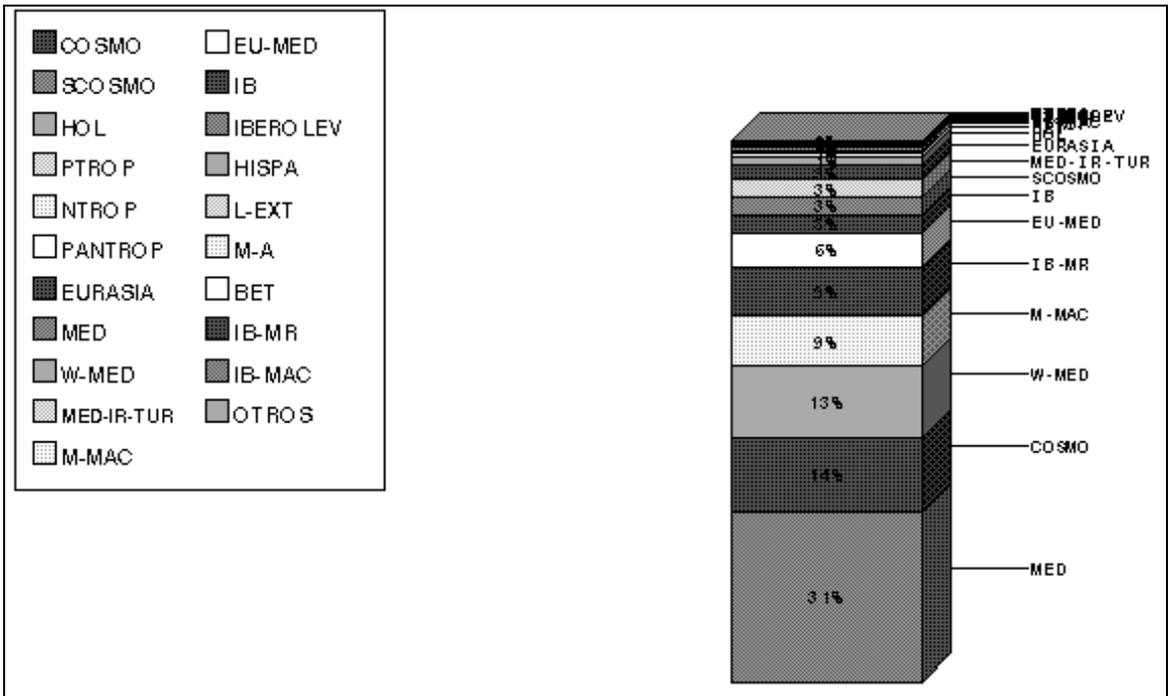


Fig. 2.- Espectro corológico de la flora arvensis en el alto valle del Guadalquivir (Jaén).

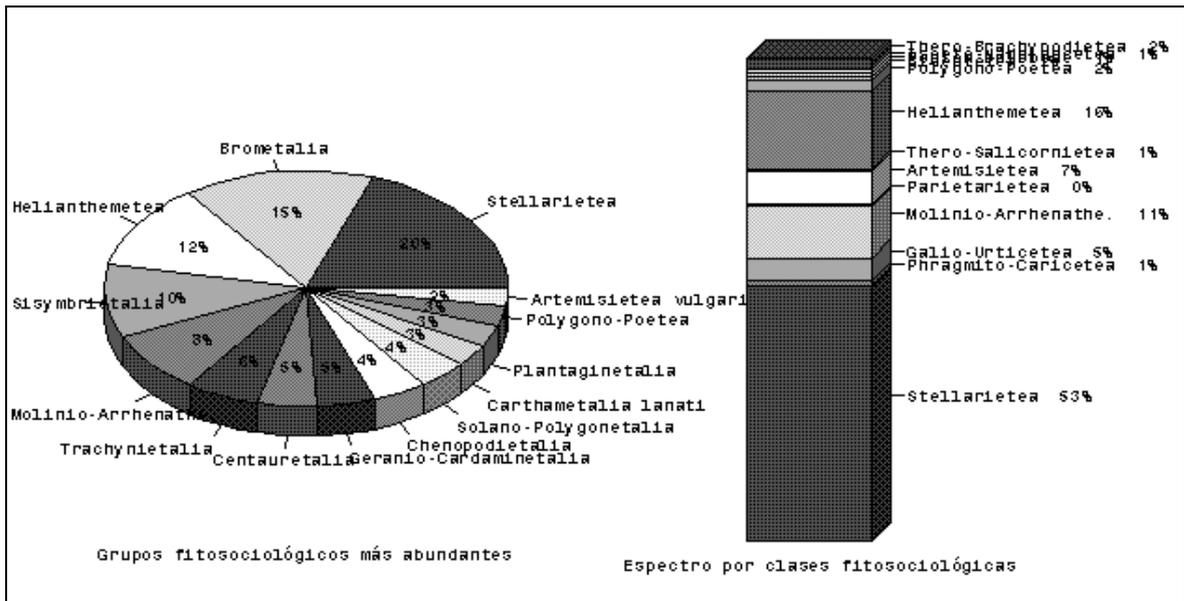


Fig.- 3.- Espectro fitosociológico de la flora arvensis del alto valle del Guadalquivir (Jaén) [Los porcentajes hacen referencia a la presencia de cada sintaxón frente al total de grupos].

## **FENOLOGÍA DE DOS COMUNIDADES ARVENSES EN LOS HUERTOS TRADICIONALES DE CÍTRICOS DEL LEVANTE ESPAÑOL**

S. RÍOS, M.B. CRESPO, F. ALCARAZ\* , J.L. SOLANAS.

Dpto. Cienc. Amb. y Recursos Nat., Fac. Ciencias, Univ. Alicante. Apdo. 99 E-03080 Alicante. \*) Depto. Biol. Veget. Fac. Biología, Univ. Murcia, 30100-Murcia

Resumen: Se analizan dos comunidades de malas hierbas propias de huertos cítricos de fenología vernal-primaveral y estival-otoñal respectivamente, dominadas en el primer caso por *Oxalis pes-caprae*, y por especies de *Setaria*, *Amaranthus* y *Echinochloa* en el segundo. Ambas comunidades se suceden sinfenológicamente año tras año, ocupando el mismo espacio físico en distintas estaciones, con notables diferencias en cuanto al grado de infestación y de competencia con el cultivo.

Palabras clave: *Oxalis*, *Setaria*, *Echinochloa*, comunidades arvenses, citricultura tradicional.

### **INTRODUCCIÓN**

El uso y cultivo de cítricos es muy antiguo (se cultivó en China hacia el 500 a.C.; en Babilonia, en el Mediterráneo *Citrus medica* hacia el siglo I a.C., y con los árabes se consolidó y diversificó su cultivo en la Península ibérica, según RIVERA *et al.* 1998). No obstante por ser frutos perecederos y no de primera necesidad, su cultivo no se extendió masivamente en el Levante español hasta comienzos del presente siglo. A diferencia de otros cultivos mediterráneos (cereales, vid, olivo, etc.) los huertos cítricos (limitados a zonas térmicas), están dominados por malas hierbas de origen tropical y subtropical, de introducción reciente (*Echinochloa*, *Oxalis*, *Amaranthus*, etc.), siendo sus comunidades menos diversas y con una dominancia clara de 1-2 especies. No obstante, la constancia y estabilidad de su composición florística, ha permitido reconocerlas como asociaciones vegetales sigmatistas (GÈHU *et al.*, 1980), cuyas primeras referencias datan de los años sesenta (O. BOLÒS, 1967, 1975), pero que han sido ampliamente estudiadas con posterioridad en un buen número de trabajos botánicos y fitosociológicos (CARRETERO *et al.* 1984, ALCARAZ, 1984, CRESPO, 1985, ROSELLÓ, 1988, CRESPO, 1989, RÍOS, 1994, ROSELLÓ, 1994, CARRETERO *et al.* 1995, PÉREZ BADIA, 1995, SORIANO, 1995, SOLANAS, 1996). La alternancia de dos comunidades arvenses con distinta fenología en un mismo cultivo es un hecho relevante, basado en la coexistencia de flora autóctona y alóctona en las condiciones antrópicas del regadío cítrico tradicional, y constituye el objetivo principal del presente trabajo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las tablas y figuras se han confeccionado a partir de datos inéditos y publicaciones propias y de otros autores, dentro del arco este y sudeste peninsular. Las columnas 3, 4, 5 y 8 de las tablas, corresponden a inventarios propios levantados en las mismas parcelas durante un periodo fenológico completo. La columna 4 corresponde a un estudio exhaustivo durante dos años agrícolas consecutivos (CRESPO, 1987). En las columnas restantes, cuyos datos provienen de campos de naranjos o limoneros, excepto la columna 11 que procede de cultivos de chirimoyos, la correspondencia entre los inventarios de la comunidad A o B es suficientemente ajustada. La procedencia de los datos de las columnas tomados de la bibliografía es la siguiente: 1. BOLÒS (1967): Huerta de Valencia; 2. BOLÒS (1975): Ibídem; 6. PÉREZ BADIA (1995): Marina Alta, Alicante; 7. SORIANO (1995): La Safor, Valencia; 9. ROSELLÓ (1994): Fanzara, Castellón; 10. CARRETERO *et al.* (1995): Huerta de Valencia; 11. MARÍN CALDERÓN *et al.* (1988), Costa Granadina. Los índices fitosociológicos que figuran en las publicaciones originales han sido transformados a porcentajes (%) de presencia (intervalos, 100-80, 80-60, 60-40, 40-20 y <20) utilizando en las tablas correspondientes el valor medio.

## RESULTADOS

Se presentan las principales características observadas en las dos comunidades arvenses. En la figura 1 se muestra la fenología y las principales labores de cava. La composición florística habitual, así como la frecuencia de aparición de las principales especies arvenses se recogen en las tablas 1 y 2.

**A. COMUNIDAD HIEMAL-PRIMAVERAL DE “VINAGRILLO”, “AGRET”, “MEDIALUNA” O “ALFALFILLA”** [*Citro-Oxalidetum pedis-caprae* (O. Bolòs 1967) O. Bolòs 1975]. **Estructura y ecología.** Comunidad típica de los huertos de cítricos, en el que la que el vinagrillo (*Oxalis pes-caprae*) –especie de origen sudafricano–, domina formando un tapiz denso, que se extiende vegetativamente mediante bulbillos y rizomas (no se ha observado que esta especie fructifique bien en nuestras latitudes), favorecida por el laboreo. Alcanza su máximo desarrollo en otoño-invierno, bajo la sombra y protección de cultivos arbóreos, exentos de labores de cava en dicho período. No presenta especies codominantes y tan sólo el malcorage (*Mercurialis ambigua*) y el perejil borde (*Fumaria* sp. pl.), pueden alcanzar cobertura relevante. Algunos geófitos propios de la vegetación natural adyacente, persisten con frecuencia en el seno de la comunidad (e.g. *Arum italicum*, *Arisarum vulgare*). **Distribución.** Litoral ibérico mediterráneo y atlántico, no sobrepasando los límites del termotipo termomediterráneo. **Dinámica.** La comunidad de vinagrillo, es sustituida por herbazales de cerritches (*Setario glaucae-Echinochloetum colonum*) durante el periodo primaveral-estival, agostándose en otoño. **Compatibilidad con los cultivos.** Tolerado e incluso favorecido por los agricultores. La mayor persistencia de humedad en los bancales cubiertos de vinagrillo es un hecho probado y puede relacionarse con el completo plegamiento nocturno de las hojas de *Oxalis*, que permite la recogida de las criptoprecipitaciones (rocío, nieblas, etc.) durante la noche. Por el día las hojas se despliegan paralelas al suelo, creando una cámara húmeda elevada unos 20-30 cm sobre el suelo.

**B. COMUNIDAD ESTIVAL-OTOÑAL DE “AMOR DE HORTELANO”, “CERRITCHE” O “CERREIG APEGALÓS”** [*Setario pumilae-Echinochloetum colonum* A. Bolòs *et* O. Bolòs *ex* O. Bolòs 1956]. **Estructura y ecología.** Comunidad que se establece indistintamente en cultivos hortícolas, de frutales y de cítricos que reciben grandes aportes hídricos en verano. Está dominada por la juncia (*Cyperus rotundus*), cerritches (*Setaria* sp. pl.) y bledos (*Amaranthus* sp. pl.), alcanzando un buen desarrollo en los huertos de cítricos, junto con *Echinochloa colonum* y *Digitaria sanguinalis*, y una mayor cobertura en cultivos hortícolas. Los distintos aspectos (“facies”) de la comunidad dependen de la frecuencia de irrigación y de laboreo practicado en el cultivo. **Distribución.** Se presenta en los termotipos termomediterráneo y mesomediterráneo inferior, fundamentalmente en territorios mediterráneo-iberolevanticos. **Dinámica.** Su presencia y persistencia depende de los cultivos que invade y, fundamentalmente, de sus ciclos de riego, abonado y laboreo. En los cítricos sustituye a la comunidad de vinagrillos durante el periodo estival. **Compatibilidad con los cultivos.** Las perennes (sobre todo juncia) y los adherentes cerritches son temidos por el agricultor, pues dificultan las labores propias de la época estival. Hace años, se segaba con

frecuencia, para obtener forraje y controlar así su expansión. Actualmente se escarda mecánicamente o se aplican herbicidas.

## DISCUSIÓN

La constancia y la homogeneidad observada durante 50 años (tablas 1 y 2; Castellón, Valencia, Alicante, Murcia y Granada), demuestra la naturalización de un conjunto de especies (muchas de ellas neófitos) en condiciones climáticas concretas y de cultivo tradicional de los cítricos en el Levante español (época y frecuencia de laboreo e irrigación). La sucesión sinfenológica de dos comunidades de malas hierbas sin interferencia mutua, ha podido ser constatada empíricamente (CRESPO, 1987), pero otros detalles ecológicos y del banco de semillas del suelo se desconocen todavía.

La comunidad de vinagrillo compite poco con el cultivo arbóreo y los agricultores no suelen combatirla; por el contrario, la comunidad de cerriches es objeto de reiteradas escardas mecánicas o químicas (dominio de juncia) o ambas. La primera es sensible a heladas y al laboreo otoñal, y no persiste en otros cultivos que soporten dicho tratamiento; mientras que la segunda persiste tenazmente, a pesar de las escardas, y llega a completar su ciclo biológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, F. (1987). *Flora y vegetación del NE de Murcia*. Publ. Univ. de Murcia. pp. 206-209.
- BOLÒS, O. (1967). Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Mem. Real Acad. Sci. Artes*, 38 (1):3-280. Barcelona.
- BOLÒS, O. (1967). De vegetatione valentina, II. *Anales Inst. Bot. Cav.* 32 (2):477-488. Madrid.
- CARRETERO, J.L. & AGUILELA, A. (1995). *Flora y vegetación nitrófilas del término municipal de la Ciudad de Valencia*. Ajunt. de València. pp.139-185.
- CRESPO, M.B. (1985). *Estudio sobre la flora y vegetación del término municipal de Burjasot (Valencia)*. Tesis de Licenciatura (inéd.). Universidad de Valencia. pp.180-183.
- CRESPO, M.B. (1987). Sucesiones sinfenológicas en algunas comunidades nitrófilas de la comarca de L'Horta (Valencia). *Ecología*, 1:99-106.
- CRESPO, M.B. (1989). *Contribución al estudio florístico, fitosociológico y fitogeográfico de la Serra Calderona (Valencia-Castellón)*. Ser. 055-4 Tesis Doct. (en microficha). Serv. Publ. Univ. Valencia pp.398-403.
- GÉHU, J.M. & RIVAS-MARTINEZ, S. (1980). Notions fondamentales de Phytosociologie. *Ber. Inter. Symp. Inter. Verein. Veget.* pp. 33. Vaduz.
- MARÍN CALDERÓN, G., LÓPEZ GUADALUPE, M. & NEGRILLO, A.M. (1988). Aportaciones al conocimiento de las comunidades nitrófilas de los cultivos subtropicales de la España peninsular. *Act. Bot. Barcinon.*, 37: 265-269.
- PÉREZ BADIA, M<sup>a</sup>.R. (1995). *Flora y vegetación de la comarca de la Marina Alta (Alicante)*. Tesis Doctoral (inéd.). Univ. de Valencia. pp. 410-417.
- RÍOS, S. (1994). *El paisaje vegetal de la riberas del Río Segura (S.E. de España)*. Tesis Doct. (Microforma). Serv. Publ. Univ. Murcia pp. 399-417.
- RIVERA, D., OBÓN, C., RÍOS, S., SELMA, C., MÉNDEZ, F., VERDE, A. & CANO, F. (1998). *Las variedades tradicionales de frutales de la cuenca del río Segura*.

- Catálogo etnobotánico. Cítricos, frutos carnosos y vides*. DM. Murcia. pp. 83-100.
- ROSELLÓ, R. (1994). *Catálogo florístico y vegetación de la comarca natural del Alto Mijares (Castellón)*. Diputación de Castellón. pp. 394-487.
- ROSELLÓ, R. 1988. *Catálogo florístico y Vegetación del término municipal de Borriana*. Col. Papers. Mag. Ajunt. Borriana. pp. 54-55.
- SOLANAS, J.L. (1996). *Flora, vegetació i fitogeografia de la Marina Baixa*. Tesis Doctoral (inéd.). Univ. d'Alacant. pp. 516-529.
- SORIANO, P. (1995). Estudio de la vegetación y la flora de la comarca de la Safor (Valencia). Tesis Doctoral (inéd.). Univ. de Valencia. pp. 309-312.

Summary: Simphenology of weed communities on the citric traditional orchards from the south-eastern part of Spain. Two weed plant communities growing on citric orchards are studied. The *Oxalis pes-caprae* plant community grows from Winter to Spring, whilst the *Setaria-Amaranthus-Echinochloa* plant community replaces the former from Summer to Autumn. This complementary phenological cycles allow both plant communities to occupy every year the same sites. However, there are remarkable differences in their response to the citric cultivation methods (infestation and competence).

Key Words: *Oxalis*, *Setaria*, *Echinochloa*, weed plant communities, traditional orchards.

Núm. Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Número de Inventarios	2	8	10	7	4	15	12	10	2	8	17
<b><i>Oxalis pes-caprae</i></b>	<b>90</b>										
<b><i>Fumaria capreolata</i></b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	-	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>
<b><i>Mercurialis ambigua</i></b>	<b>50</b>	<b>30</b>	-	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	-	<b>10</b>	<b>70</b>
<i>Poa annua</i>	-	30	90	70	-	70	70	70	70	30	70
<i>Sonchus oleraceus</i>	-	10	30	30	30	90	70	50	-	-	90
<i>Sonchus tenerrimus</i>	50	10	30	30	-	10	50	70	50	-	-
<i>Diplotaxis erucoides</i>	50	50	50	-	-	70	70	50	50	50	-
<i>Euphorbia peplus</i>	50	30	-	50	-	50	-	90	-	10	50
<i>Hordeum leporinum</i>	50	10	-	10	-	-	50	10	90	-	10
<i>Euphorbia helioscopia</i>	-	10	30	10	-	70	10	70	-	30	-
<i>Galium aparine</i>	-	-	70	10	-	90	90	30	50	30	-
<i>Lavatera cretica</i>	-	10	10	-	-	10	10	70	-	-	10
<i>Senecio vulgaris</i>	-	10	30	10	-	70	70	10	-	-	-
<i>Parietaria judaica</i>	-	-	-	-	10	50	50	30	50	30	-
<i>Fumaria parviflora</i>	-	10	-	10	-	10	-	10	-	-	30
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	-	10	10	50	10	-	-	70

Otras especies acompañantes de menor frecuencia: *Urtica urens*, *Bromus catharticus*, *Arum italicum*, *Sonchus asper*, *Lamium amplexicaule*, *Fumaria officinalis*, *Veronica persica*, *Bromus matritensis*, *Cyperus rotundus*, *Avena barbata*, *Emex spinosa*, *Fumaria bastardii*, *Misopates orontium*, *Aristolochia pallida*, *Geranium rotundifolium*, *Papaver dubium*, *Bromus diandrus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cardaria draba*, *Arisarum vulgare*, *Chenopodium album*, *Lolium rigidum*, *Alopecurus myosuroides*, *Stellaria media*, *Vicia sativa*, *Geranium molle*, *Torilis nodosa*, *Oxalis corniculata*, *Malva parviflora*, *Veronica arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Veronica polita*, *Amaranthus albus*, *Amaranthus hybridus*, *Anthemis arvensis*, *Cardamine hirsuta*, *Chenopodium murale*, *Bromus rubens*, *Chenopodium urbicum*, *Heliotropium europaeum*, *Lamarckia aurea*, *Malva sylvestris*, *Silene gallica*, *Sisymbrium officinale*, *Urtica membranacea*, *Scrophularia peregrina*, *Fumaria macrosepala*, *Bidens tripartita*, *Stachys arvensis*, etc.

**Tabla 1.** Composición florística habitual de la comunidad de *Oxalis pes-caprae* en cultivos de cítricos del levante ibérico (frecuencias en %, en negrita especies dominantes). Procedencia: 1. (V); 2. (V); 3. (V); 4. (V); 5. (Mu); 6. (A); 7. (V); 8. (Mu); 9. (Cs); 10. (V); 11. (Gr).

Núm. Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Núm. Inventarios	2	10	7	7	10	13	16	10	9	16	18
<i>Setaria verticillata</i>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	-	<b>90</b>
<i>Cyperus rotundus</i>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>90</b>
<i>Echinochloa colonum</i>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>50</b>
<i>Portulaca oleracea</i>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>90</b>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Chenopodium album</i>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	-	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>30</b>
<i>Setaria pumila</i>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	-	<b>90</b>	<b>70</b>	-	<b>30</b>
<i>Amaranthus hybridus</i>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>30</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	50	30	-	70	30	-	-	50	-	70	30
<i>Sonchus oleraceus</i>	-	30	90	70	30	50	50	30	90	50	70
<i>Solanum nigrum</i>	-	10	50	30	10	50	30	10	30	10	90
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	50	90	70	50	90	90	50	10	70	-
<i>Amaranthus blitoides</i>	-	10	50	-	10	70	50	10	10	-	30
<i>Setaria viridis</i>	-	30	-	-	30	90	-	90	10	-	50
<i>Amaranthus albus</i>	-	-	10	-	30	-	-	10	-	10	30
<i>Setaria adhaerens</i>	-	-	90	90	-	-	-	-	-	90	-

Otras especies acompañantes de menor frecuencia: *Sonchus asper*, *Xanthium spinosum*, *Oxalis corniculata*, *Oxalis latifolia*, *Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media*, *Amaranthus viridis*, *A. muricatus*, *A. lividus*, *A. sylvestris*, *Cardaria draba*, *Eragrostis barrelieri*, *Paspalum dilatatum*, *Convolvulus arvensis*, *Euphorbia nutans*, *Sonchus tenerrimus*, *Atriplex patula*, etc.

**Tabla 2.** Composición florística habitual de la comunidad de *Setaria verticillata* en cultivos de cítricos del levante ibérico (frecuencias en %, en negrita especies dominantes). Procedencia: 1. (V); 2. (V); 3. (V); 4. (V); 5. (Mu); 6. (A); 7. (V); 8. (Mu); 9. (Cs); 10. (V); 11. (Gr).

Comunidades malas hierbas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A. Comunidad de <i>Oxalis</i>												
B. Comunidad de <i>Setaria</i>												
Laboreo principal												

**Figura 1.** Fenología de las comunidades de malas hierbas propias de los cultivos cítricos tradicionales del Levante ibérico.

## **FLORA ARVENSE EN VIVEROS DE CHOPO CON TRATAMIENTOS HERBICIDAS**

H.SIXTO;J.M.GRAU; J.L.MONTOTO;J.M.GARCIA-BAUDIN  
INIA-Crta.de la Coruña Km.7,5. 28040 MADRID

Resumen: El control de la vegetación adventicia en los viveros de chopo resulta ser una práctica imprescindible si se quiere asegurar el correcto establecimiento de la plantación, siendo el empleo de herbicidas una práctica cultural a tener en cuenta en un contexto de control integrado. Se evaluó la flora adventicia en tres viveros de chopo, tanto en parcelas testigo como tratadas con herbicidas mediante la estimación del peso seco. Igualmente se procedió a la identificación de las especies, así como a la evaluación de su presencia en los distintos tratamientos.

### **INTRODUCCION**

El impacto negativo que ocasiona la vegetación adventicia en los cultivos, reviste una singular importancia en el caso de los cultivos arbóreos durante los primeros años, en los que son especialmente vulnerables a las malas hierbas. En el caso particular de *Populus* sp., la competencia producida por las adventicias se hace especialmente patente en los viveros, pudiendo llegar a una total inhibición del crecimiento de los jóvenes árboles ( PARFITT et al.1992.)

El empleo de herbicidas, dentro de un contexto de lucha integrada, puede ser una alternativa a las labores en los viveros de chopo, si consideramos el cada vez más elevado coste de la mano de obra e incluso la poca eficacia cuando se persigue escardar la zona cercana al árbol (GARCÍA BAUDÍN y MONTERO 1996).

En países como Italia y Francia, con una populicultura de gran semejanza con la nuestra, el empleo de herbicidas es una práctica corriente (GIORCELLI y VIETTO 1996; STEINMETZ 1995), siendo escasos los antecedentes de la utilización de estos productos en los cultivos de chopo de nuestro país (PAGES y LATRES 1993, RUÍZ VALERO 1995;GRAU et al.1996; SIXTO et al.1999)

Cada cultivo o sistema de producción delimita un conjunto de especies adventicias asociadas a él (HOLZNER 1984), permitiendo el conocimiento del tipo de flora la realización de tratamientos más eficaces y rigurosos. (BARRALIS 1975).

En el presente trabajo se pretende dar a conocer las especies de malas hierbas presentes en tres viveros de chopo de localización geográfica diferente así como el impacto que el empleo de tres herbicidas ha tenido en el control de dicha flora.

## MATERIAL Y METODOS

Los ensayos se realizaron en los viveros de Carrión de los Condes (Palencia), Sta. Cristina (Zamora) y Pollos (Valladolid), todos ellos pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Duero, con tipos de suelo franco-limoso para los dos primeros y franco-arcilloso para el último. Los tipos climáticos corresponden al nemoromediterráneo, mediterráneo subnival y mediterráneo genuino respectivamente (ALLUE 1990).

El estaquillado se realizó con el clon «I-214» *Populus x euroamericana* (Dode) Guinier, con un marco de plantación de 0,5m entre chopos y 2m entre fila, el 13 de marzo de 1998.

El diseño experimental para los tres viveros fue de cuatro bloques al azar, con tres tratamientos y un testigo sin escardar por cada bloque. Se aplicaron tres tratamientos herbicidas: oxifluorfen (Goal 24%) a 5 litros/ha.; tiazopir (Visor 24%) a 5 litros/ha y pendimetalina (Stomp 33% a 6 litros/ha) en bandas de un metro, una semana después de realizar el estaquillado.

El muestreo de la flora arvense se realizó 60 y 120 días después de los tratamientos. Para la estimación del peso se utilizó un aro de 28 cm de radio que se lanzó tres veces dentro de cada una de las parcelas elementales, precediendo a la identificación de las especies que quedaban dentro del aro, así como al conteo del número de individuos de cada taxón. Posteriormente dicho contenido se cortó y se desecó 24h a 100°C, procediendo a su pesado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se han identificado 34 taxones diferentes entre los tres viveros (Tabla 1) pudiendo observar el predominio de la presencia de terófitos (67 %) lo que resulta ser una consecuencia lógica de un suelo que tiende a recuperar la vegetación natural después de verse sometido a las labores de preparación del terreno. Los frecuentes riegos que requiere este tipo de plantación favorecen igualmente la presencia de especies anuales.

Las familias mejor representadas han sido las Compuestas (14,7%), Leguminosas (17,6%) así como Crucíferas y Gramíneas (11,7% respectivamente). *Chenopodium album* L.; *Amaranthus retroflexus* L. y *Solanum nigrum* L., han sido las únicas especies comunes en los tres viveros estudiados.

En la Tabla 2 se muestra el total de anuales en cada vivero y tratamiento así como la representación gráfica de las de las especies más relevantes en cada uno de ellos. En el vivero de Pollos, las especies más abundantes en las parcelas testigo han sido *S. nigrum*, *Ch. album* y *Phalaris arundinacea* L. siendo más importante la presencia de *Poa annua* L., *S. nigrum*, *Galinsoga parviflora*, Cav., *Stellaria media*(L.) Vill. y *Ch. album* en St.Cristina, así como en el vivero de Carrión destaca la abundancia de *S. media*, *S. nigrum* y *Ch. album*.

El control de las diferentes especies en las parcelas tratadas con tiazopir ha sido muy alto (muestreo a los 120 días) pudiendo sólo apreciar una ligerísima presencia de *S. nigrum* en el vivero de Pollos.

De la misma manera los tratamientos con oxifluorfen han resultado muy eficaces observando sólo una escasa presencia de *S. media* en Carrión, *Poa annua* L. en St.Cristina así como *Ch. album* y *P. arundinacea* en Pollos.

Cuando los tratamientos se realizaron con el herbicida pendimetalina la presencia de especies que no llegan a ser totalmente controladas es algo más importante, no existiendo un total control de *S. nigrum* en ninguno de los viveros ensayados. De manera menos importante se detecta la presencia

de *Poa annua*, y *Senecio vulgaris* L. en los viveros de Carrión y St.Cristina, así como de *G. parviflora* en St.Cristina, y *A. retroflexus* en Carrión.

La presencia de malas hierbas, 60 días después de los tratamientos, expresada en peso seco/m<sup>2</sup>, fue muy desigual en los testigos de los diferentes viveros estudiados, oscilando entre 476 g/ m<sup>2</sup>, en el vivero de Sta. Cristina, 38 g/ m<sup>2</sup> en Carrión y solamente 2 g/ m<sup>2</sup> en el de Pollos. En las parcelas tratadas la presencia de arvenses era muy escasa, oscilando de 0 a 4 g/ m<sup>2</sup> testigos.

Cuando la evaluación se realizó 120 días después de la aplicación (Tabla 3), el peso seco de las malas hierbas en los testigos presentó diferencias significativas, en todos los viveros, frente a sus correspondientes tratamientos. Los distintos tratamientos herbicidas no mostraron diferencias significativas entre sí en ninguno de los viveros, si bien en términos de porcentajes, la presencia de malas hierbas en los tratamientos con pendimetalina fueron algo superiores en St.Cristina y Pollos (6.8 y 4.8 %) frente a los menores porcentajes que aparecen en las parcelas de oxifluorfen (0.8 y 2.5%) y tiazopir (0.003 y 0.2%).

A la vista de los resultados es posible considerar que los tres herbicidas han ejercido un buen control de las arvenses presentes en los respectivos viveros, siendo dicho control aún más elevado cuando los herbicidas aplicados fueron tiazopir y oxifluorfen, en el que apenas fue posible detectar hierba.

El control de flora arvense con oxifluorfen ha sido considerado muy satisfactorio por EZELL (1994) en plantaciones de *P.deltoides*, advirtiendo GICHRIST (1989) sobre las diferencias de eficacia que es posible encontrar cuando varía el tipo de suelo. De igual manera la pendimetalina se ha considerado selectiva sobre varios clones ensayados así como eficaz en su control (CLAY et al., 1993).

El herbicida tiazopir, único registrado en nuestro país para su empleo en chopos, ha mostrado buena eficacia y selectividad en cultivos de perennes como olivo, agrios y melocotonero (Varela et al.1992).

Los tres herbicidas han mostrado buena selectividad para el chopo en vivero cuando las aplicaciones se realizan sobre estaquillas no brotadas (SIXTO et al.,1999).

## BIBLIOGRAFIA

- ALLUE,J.L. (1990). Atlas Fitoclimático de España. Taxonomias.MAPA-INIA. Madrid
- BARRALIS,G. (1975). Methode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application a la Cote-D'Or.En:Veme Colloque Intern.sur l'écologie et la Biologie des Mousaives Herbes.Dijon59-68
- CLAY,D.V.;DIXON,F.L; GOODDALL,J.S.(1993). Effect of herbicides mixtures applied to newly-planted poplar and willow coppice. Brighton Crop Protection Conference. 695-700.
- EZELL,A.W.(1994). Using oxifluorfen for herbaceous weed control in eastern cottonwood plantations. Proceeding Southern Weed science Society. 103-107
- GARCÍA BAUDIN,J.M; MONTERO,G. (1996). Control de las malas hierbas en la reforestación de tierras agrícolas. Vida Rural 35,54-56.
- GICHRIST,A.N.(1989). Optimum rates of oxifluorfen for different poplar and willow clones. Proc. 42<sup>nd</sup> N.Z. Weed and Pest Control Conf. 143-145.
- GIORCELLI,A; VIETTO,L.( 1996). Fitotoxicità verso il pioppo di principi attivi diserbanti distribuiti in post-emergenza. ATTI Giornate Fitopatologiche 1,405-412.
- GRAU,J.M; ANTOÑANZAS,F; MONTOTO,J.L. (1996). Populicultura intensiva: Técnicas selvícolas para incrementar la producción de madera de chopo. M.A.P.A. 100pg.

- HOLZNER,W; NOMATA,M. (1982).Concepts, categories and characteristics of weeds  
In: Biology and ecology of weeds. W.Junk Publishers. The Hague-Boston-London. 461pp
- PAGÈS,J.M; LATRES,S (1993). Avaluació d'herbicides de pre-emergencia en planter de pollancre (P.x euramericana). Resun d'experimentacions Mas Badia (4) 276-280.
- PARFITT ,R:I; CLAY,D.V;ARNOLD,G.M;FOULKES,A. (1992). Weed control in new plantations of short-rotation willow and poplar coppice. Aspects of Applied Biology. 29,419-424
- RUIZ VALERO ,V. (1995). Comunicación personal
- SIXTO,H,GRAU,J.M;GARCÍA-BAUDÍN,J.M (1999) Papel de los herbicidas en viveros de chopo. Phytoma,49-52.
- SIXTO,H,MONTOTO,J.L; VILLAROYA,M; RUIZ,V; GRAU,J.M; GARCÍA BAUDÍN,J.M. (1999) Primeros resultados de la aplicación de herbicidas en preemengencia en viveros de chopo. Montes 56,52-56.
- STEINMETZ,G.(1995). Le Reboisement en France.Quels changements enregistrés depuis 20 ans? Revue Forestiere Francaise 47 (6)619-625.
- VARELA,A; BODAS,V; COSTA,J (1992 ). Visor, Nuevo herbicida para cultivos perennes a partir del primer año de plantación. Congreso de la SEMh. 393-398.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro mas sincero agradecimiento a D.Victor Ruiz y D.Fernando Casares, pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Duero, por habernos posibilitado la utilización de los viveros citados en el texto.

Summary: Weeds in poplars nurseries with different herbicide treatments

Weed control in poplar nursery is an indispensable job if the correct established of the plantation want to be assured and the use of herbicides is a very important cultural practice to consider in a integrated control. Weeds were checked in three poplar nurseries, both in control and treatments, and the dry weight was evaluated. Species were identified and their presence was evaluated in all treatments

TABLA 3. PESO SECO (en g.) DE LAS MALAS HIERBAS EN 3 VIVEROS DE CHOPO CON DIFERENTES TRATAMIENTOS HERBICIDAS (120 días después del tratamiento)

	CARRION DE LOS CONDES	ST <sup>a</sup> CRISTINA	POLLOS
TESTIGO	255,8 a	377,5 a	341,2 a
OXIFLUORFEN	3,15 b	2,94 b	8,44 b
TIAZOPIR	1,5 b	1 b	7,8 b
PENDIMETALINA	3,17 b	25,85 b	16,67 b

Los valores son medias de cuatro repeticiones. Las medias seguidas de la misma letra, no difieren significativamente a p=0.05, según el test de Kruskal-Wallis.

TABLA 1. Especies de malas hierbas en viveros de chopo

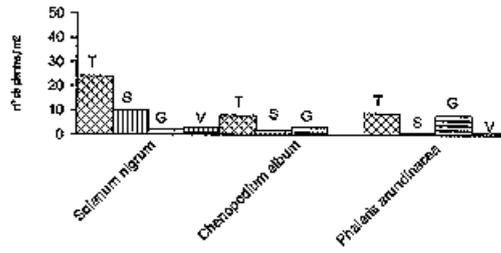
Género y Especie	Familia	Tipo Biológico	Vivero		
			C	S	P
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	Th	x	x	x
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Caryophyllaceae</i>	Th	x	x	
<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Th	x	x	x
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	<i>Compositae</i>	Hm	x	x	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	“	Th	x	x	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	“	Th	x	x	
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	“	Th		x	
<i>Xanthium spinosum</i> L.	“	Th			x
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulaceae</i>	Hm			x
<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Cruciferae</i>	Th	x		
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.	“	Th	x		
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	“	Th		x	
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	<i>Cucurbitaceae</i>	Th			x
<i>Cyperus fuscus</i> L.	<i>Cyperaceae</i>	Th			x
<i>Poa annua</i> L.	<i>Gramineae</i>	Th	x	x	
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	“	Hm	x		x
<i>Agrostis</i> sp.	“	--		x	
<i>Lolium perenne</i> L.	“	Hm		x	
<i>Lamiu amplexicaule</i> L.	<i>Labiatae</i>	Th	x	x	
<i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Leguminosae</i>	Hm	x	x	
<i>Medicago sativa</i> L.	“	Hm		x	
<i>Trifolium pratensis</i> L.	“	Hm		x	
<i>Trifolium repens</i> L.	“	Hm		x	
<i>Lupinus luteus</i> L.	“	Th		x	
<i>Vicia sativa</i> L.	“	Th		x	
<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malvaceae</i> T	Th		x	
<i>Fumaria officinalis</i> L.	<i>Papaveraceae</i>	Th		x	
<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Polygonaceae</i>	Th			x
<i>Polygonum persicaria</i> L.	“	Th		x	x
<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Portulacaceae</i>	Th	x	x	
<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Th	x	x	x
<i>Datura stramonium</i> L.	“	Hm			x
<i>Epilobium</i> sp L..	<i>Onagraceae</i>	Hm	x		
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetaceae</i>	Hm			x

C=Carrión de los Condes; S=Sta.Cristina; P=Pollos

**TABLA 2. Presencia y distribución de especies relevantes en los distintos tratamientos**

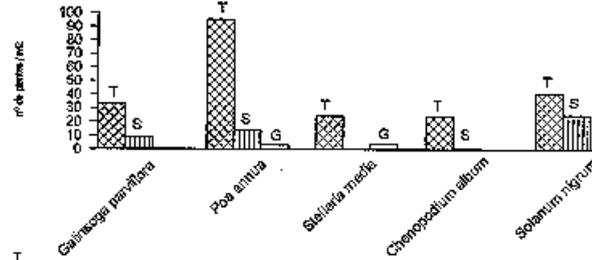
**POLLOS**

Total anuales=13  
T=13  
S=4  
G=4  
V=3



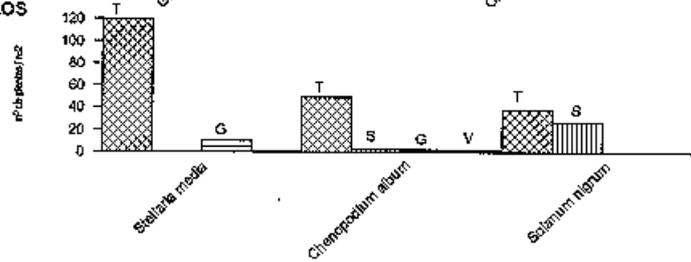
**St.CRISTINA**

Total anuales=23  
T=23  
S=11  
G=6  
V=0



**CARRION DE LOS CONDES**

Total anuales=17  
T=17  
S=10  
G=7  
V=3



T=testigo; S=stomp; G=goal; V=visor

## **FLORA MESSICOLA DO BAIXO ALENTEJO (PORTUGAL)**

T. Vasconcelos\*, J. Portugal\*\*, I. Moreira\*

\*) Instituto Superior de Agronomia, P-1349-017 Lisboa

\*\*) Escola Superior Agrária de Beja, P-7800-431 Beja

Resumo: foram identificados 248 *taxa* distribuídos por 40 famílias em 99 levantamentos florísticos em searas do Baixo Alentejo, realizados na Primavera de 1997. As relações entre os factores edáficos (textura, pH (H<sub>2</sub>O), fósforo e potássio assimiláveis), as culturas e as espécies encontradas foram avaliadas pelo método dos perfis ecológicos e informação-mútua. Foram apresentados grupos e preferências ecológicas das espécies.

Palavras chave: perfis ecológicos, infestantes, searas

### **INTRODUÇÃO**

Os estudos das adventícias dos cereais realizados em Portugal, entre 1941-61, antes da generalização dos herbicidas, foi revisto por GRAÇA (1972). Nesta colectânea, apenas é referido um trabalho no Baixo Alentejo, no concelho de Serpa (PALMA, 1952).

Mais recentemente, divulgaram-se trabalhos sobre infestantes das searas, no Nordeste de Portugal (AGUIAR, 1992) e Alto Alentejo (SÁ *et al.*, 1992) e resumidos elementos de distribuição de infestantes no Ribatejo (VASCONCELOS *et al.*, 1997).

Pela importância do Baixo Alentejo, na produção cerealífera, iniciaram-se, no âmbito dum projecto de investigação intitulado “Gestão de infestantes em culturas arvenses de sequeiro no Baixo Alentejo”, integrado no Programa PAMAF, estudos florísticos do sistema de produção de cereais praganosos de sequeiro, abrangendo os concelhos de Beja, Ferreira do Alentejo, Serpa, Cuba, Castro Verde, Alvito e Aljustrel.

Apresentam-se, agora, os resultados da prospecção efectuada no primeiro ano do projecto.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Em 99 locais, sujeitos a rotações com culturas de sequeiro, foram efectuados na Primavera de 1997, levantamentos florísticos, 79 em trigo, 15 em aveia, 4 em cevada e 1 em tritcale. Nos inventários, para

registro da abundância, utilizou-se a escala de BARRALIS (1975); determinou-se ainda a abundância média (BARRALIS, 1976) e o grau de infestação (MICHEZ & GUILLERM, 1984). Colheram-se amostras de solo a 20 cm de profundidade para análises efectuadas no Laboratório Químico Central Rebelo da Silva. Para estudar as relações entre quatro factores edáficos - textura, pH (H<sub>2</sub>O), fósforo e potássio assimiláveis - e as espécies encontradas, aplicou-se o método dos perfis ecológicos e informação - mútua (DAGET & GODRON, 1982). Na determinação de grupos de espécies indicadoras para os factores edáficos, usaram-se dois processos: o baricentro do perfil ecológico que define a preferência ecológica (DAGET, 1976); a amplitude dos perfis, constituindo-se grupos imbricados para os factores edáficos (DAGET *et al.*, 1971).

Constituíram-se, ainda, grupos ecológicos para as diferentes culturas cerealíferas conforme GUILLERM (1969), indicando-se, no Quadro 1, com o sinal + a preferência das espécies espontâneas pela cultura.

## RESULTADOS

Foram identificados 248 *taxa* distribuídos por 40 famílias. São mais representadas, como é habitual em culturas de sequeiro as compostas (23%), gramíneas (17%) e leguminosas (10%).

No Quadro 1 indicam-se a frequência relativa das principais espécies e a abundância média. São também apresentados os grupos imbricados e preferências ecológicas para os factores edáficos estudados.

Com grau de infestação elevado (frequência relativa > 50% e abundância média > 2) observaram-se as espécies *Anagallis arvensis*, *Lolium rigidum*, *Phalaris minor* e *Polygonum aviculare*.

Os perfis ecológicos mostram que as espécies têm uma grande amplitude ecológica para a textura, pois apenas a *Agrostis pourretii* e *Cynodon dactylon* se destacam das restantes. Já quanto ao pH verificaram-se 4 grupos; salienta-se a *Beta vulgaris* ssp. *maritima* e o *Cichorium intybus* que apresentam uma amplitude estreita, relacionada com os solos neutros a ligeiramente alcalinos; *Anchusa italica* e *Foeniculum vulgare*, embora com maior amplitude parecem também preferir os solos mais alcalinos, dos observados. Os *Lolium multiflorum* e *L. temulentum* surgem apenas nos solos com baixo teor de fósforo e de potássio.

## CONCLUSÕES

A incidência das plantas das espécies de *Phalaris*, bem como de *Lolium* é muito elevada. Embora seja notória a frequência de *Avena sterilis* ssp. *sterilis* (56%), outrora um dos principais problemas das searas (MADEIRA *et al.*, 1984; COSTA, 1988), a sua abundância foi quase sempre baixa, certamente devida à aplicação de herbicidas apropriados. No que respeita às infestantes vivazes, salienta-se a importância crescente do *Convolvulus arvensis* e, embora menor, do *Cynodon dactylon*.

Apesar de alguma uniformidade de comportamento ecológico das infestantes mais frequentes, como é normal, anotaram-se algumas tendências de preferências verificadas pelos valores do baricentro. Espera-se que a análise multivariável do conjunto dos levantamentos efectuados em 98 e 99, em curso, permita confirmar estas preferências ecológicas.

## BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, C.F.G. (1992). Estudos herbológicos no trigo em Trás-os-Montes numa óptica de

- Protecção integrada. Diss. Mestrado em Protecção Integrada. Instituto Superior de Agronomia. Univ. Técnica. Lisboa.
- BARRALIS, G. (1975). Résultats d'une enquête sur la repartition et la densité des mauvaises herbes en France. 8ème Conférence du COLUMA, 4: 1042-1058.
- BARRALIS, G. (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application à la Côte d'Or. C. r. Vème Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaises Herbes 1, 59-68.
- COSTA, J.C.A. (1988). Types morphologiques des folles avoines au Portugal. VIIIème Col. Int. Biologie, l'Écologie et la Systematique des mauvaises herbes. 315-323.
- DAGET, P., DRDOS, I., GODRON, M., GUILLERM, J.L., RUZICHOVA, E.; URVICHIAROVA, E. (1971). Fytaekologicky Vyskum Liptovkep. Zhotovenie a interpretacia e Kologichych Zapisov Stanovista. Quaest. Geobiol. 9: 77-112.
- DAGET, P. (1976). Ordination des profils écologiques. Nat. Monsp. 26: 109-128.
- DAGET, P.; GODRON, M. (1982). Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Collection d'écologie 18. Masson, Paris. 173 pp.
- GRAÇA, M.M.C. (1972). Sobre a importância relativa das infestantes do trigo e de outros cereais praganosos de Inverno. Rel. Act. Curso Eng. Agrónomo. ISA. Lisboa.
- GUILLERM, J.L. (1969). Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans des terres cultivées du Bas-Languedoc. Thèse 3ème cycle. Fac. Sc. Montpellier.
- MADEIRA, J.M.; DORDIO, M.F.; MIRA, M.S. (1984). Population level and concurrence of wild oat (*Avena sterilis* ssp. *sterilis*) in wheat fields in Portugal. Proc. EWRS 3<sup>rd</sup> Symp. Weed Problems in Mediterranean Area. 461-468.
- MICHEZ, J.M.; GUILLERM, J.L. (1984). Signalement écologique et degré d'infestation des adventices des cultures d'été en Lauragais. 7ème Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaises Herbes 1, 155-162.
- PALMA, F.J.G. (1952). Estudo da flora invasora das searas do concelho de Serpa (freg. de S. Salvador e Stª Maria). Rel Final Curso Eng. Agrónomo. ISA. Lisboa.
- SÁ, G.; MOREIRA, I.; MIRA, R.; VASCONCELOS, T.; LEITÃO, P. (1992). Ecologie de la végétation du blé dans l'Alto Alentejo (Portugal). Annales ANPP. 219-228.
- VASCONCELOS, T.; SÁ, G.; FERNANDES, J.D. (1997). Mapping weed flora of winter wheat. 10<sup>th</sup> EWRS Symposium. Poznan.19.

Quadro 1. Frequência relativa (Fr.), abundância média (abm), grupos imbricados (GI) e preferências ecológicas (PE) para os factores edáficos (textura, pH (H<sub>2</sub>O), fósforo e potássio).

Taxon	Fr. (%)	abm (n°)	Cultura			Factores							
			trigo	aveia	cevada	Textura		pH		Fósforo		Potássio	
						GI	PE	GI	PE	GI	PE	GI	PE
<i>Agrostis pourretii</i>	22	2	-	+	+	201	1,5	401	2,4	401	2,4	401	2,2
<i>Anacyclus radiatus</i>	42	1	+	-	+	401	2,3	402	3,2	401	2,4	401	2,6
<i>Anagallis arvensis</i>	64	3	-	-	+	401	2,7	401	3,0	401	2,8	401	2,8
<i>Anchusa italica</i>	19	1	-	-	+	401	3,1	402	3,7	402	3,3	402	3,3
<i>Avena sterilis</i>	57	2	+	-	-	401	2,4	401	2,9	401	2,5	401	2,6
<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i>	20	1	-	-	+	401	2,8	403	3,5	402	3,3	402	3,2
<i>Bromus diandrus</i>	27	1	+	-	-	401	2,3	401	1,9	401	2,0	401	2,0
<i>Calendula arvensis</i>	20	8	-	+		401	2,4	402	2,9	401	2,2	401	2,3
<i>Chamaemelum mixtum</i>	25	1	-	+		401	1,9	401	1,9	401	2,1	401	1,9
<i>Chenopodium album</i>	16	1	+	-	+	401	2,7	401	2,8	402	3,2	402	3,2
<i>Cichorium intybus</i>	15	1	-	-	+	401	2,6	403	3,7	401	2,6	401	2,7
<i>Chrysanthemum segetum</i>	34	1	-	+	-	401	1,9	301	1,7	401	2,0	401	1,9
<i>Convolvulus arvensis</i>	64	2	+	-	+	401	2,7	402	3,2	401	2,5	401	2,6
<i>Cynodon dactylon</i>	21	1	-	+	+	301	1,8	401	2,2	401	1,9	401	1,9
<i>Echium plantagineum</i>	20	1	-	+		401	1,8	401	1,8	401	1,9	401	1,8
<i>Filago pyramidata</i>	17	1	-	+	+	401	2,1	401	2,3	401	2,2	401	2,3
<i>Foeniculum vulgare</i>	31	1	-	-	+	401	3,1	402	3,6	401	3,1	401	3,1
<i>Galactites tomentosa</i>	23	1	-	+		401	2,1	401	1,7	401	2,5	401	2,2
<i>Kickxia spuria</i>	25	1	+	-	+	401	2,5	402	3,3	401	2,7	401	2,6
<i>Lactuca serriola</i>	24	1	+	-	+	401	2,5	402	3,1	401	2,6	401	2,5
<i>Lavatera cretica</i>	19	1	+	+		401	2,4	401	2,4	402	3,1	402	3,0
<i>Lolium multiflorum</i>	15	2	-	+		401	2,3	401	2,3	301	1,5	301	1,5
<i>Lolium rigidum</i>	52	6	-	+	-	401	2,0	401	1,9	401	2,3	401	2,2
<i>Lolium temulentum</i>	15	6	-	+		401	2,5	401	2,0	301	1,6	301	1,5
<i>Medicago nigra</i>	18	1	-	+	+	401	2,8	401	2,6	401	2,9	401	2,9
<i>Misopates orontium</i>	40	1	+	-	+	401	2,7	402	3,1	401	2,7	401	2,8
<i>Papaver hybridum</i>	15	1	-	-	+	401	2,7	402	3,3	402	3,2	402	3,2
<i>Papaver rhoeas</i>	37	1	+	-	+	401	2,7	402	3,4	401	2,9	401	2,9
<i>Phalaris brachystachys</i>	22	2	+	-	+	401	3,1	401	3,1	401	3,0	401	3,1
<i>Phalaris minor</i>	61	3	+	-	-	401	2,3	401	2,2	401	2,3	401	2,4
<i>Phalaris paradoxa</i>	27	1	+	-	-	401	2,8	401	3,0	401	2,9	401	3,0
<i>Plantago afra</i>	27	2	+	-	+	401	2,6	402	3,3	401	2,7	401	2,7
<i>Plantago lagopus</i>	16	1	+	-	+	401	2,7	401	2,7	401	2,5	401	2,5
<i>Polygonum aviculare</i>	66	3	+	-	+	401	2,4	401	2,8	401	2,3	401	2,4
<i>Pulicaria paludosa</i>	23	1	-	+		401	2,2	401	1,7	401	2,4	401	2,3
<i>Raphanus raphanistrum</i>	52	2	-	+	-	401	2,2	401	2,0	401	2,3	401	2,3
<i>Rapistrum rugosum</i>	22	1	+	-	+	401	3,0	402	3,4	401	2,7	401	2,8
<i>Rumex pulcher</i> ssp. <i>divaricatus</i>	25	1	-	+		401	2,2	401	2,3	401	2,7	401	2,7
<i>Scolymus maculatus</i>	24	1	+	-	+	401	3,0	402	3,4	402	3,3	401	3,1
<i>Silene gallica</i>	37	1	-	+		401	2,2	401	2,0	401	2,2	401	2,2
<i>Sonchus oleraceus</i>	41	1	+	-	-	401	2,8	401	2,7	401	2,6	401	2,7
<i>Spergularia purpurea</i>	32	1	-	+		401	1,8	401	2,0	401	1,7	401	1,7
<i>Torilis arvensis</i>	17	1	+	-	+	401	2,6	402	3,4	402	3,2	401	2,9
<i>Urospermum picroides</i>	20	1	-	+		401	2,9	402	3,4	401	2,7	401	2,8
<i>Vicia benghalensis</i>	18	5	-	+	+	401	2,1	401	2,3	401	2,4	401	2,2
<i>Vulpia geniculata</i>	27	1	+	+		401	2,0	401	1,8	401	1,8	401	1,8

(+) perfil de frequência corrigida  $\geq 100$ ; (-) perfil de frequência corrigida  $< 100$ . Textura: (1) arenoso-franco, franco-arenoso, franco; (2) franco-limoso, franco-argilo-arenoso, limosa; (3) franco-argilo-limoso; (4) franco-argiloso, argilo-limoso, argiloso. pH (H<sub>2</sub>O): (1) ácido; (2) ligeiramente ácido; (3) neutro; (4) alcalino. Fósforo assimilável: (1) 0-25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de solo; (2) 26-50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de solo; (3) 51-100 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de solo; (4) > 101 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de solo. Potássio assimilável: (1) 26-50 mg K<sub>2</sub>O/1000 g de solo; (2) 51-100 mg K<sub>2</sub>O/1000 g de solo; (3) 101-200 mg K<sub>2</sub>O/1000 g de solo; (4) > 200 mg K<sub>2</sub>O/1000 g de solo. Grupos imbricados: 201 - existentes nas classes 1 e 2; 301 - existentes nas classes 1, 2 e 3; 401 - existentes nas classes 1, 2, 3 e 4; 402 - existentes nas classes 2, 3 e 4; 403 - existentes nas classes 3 e 4.

Summary: Weeds of cereal crops in Baixo Alentejo (Portugal). 248 *taxa* distributed by 40 families were identified in 99 floristic surveys in cereal crops of Baixo Alentejo. The relations between the soil factors (texture, pH (H<sub>2</sub>O), assimilable phosphorus and potassium), the crops and the species were evaluated by the ecological profiles and mutual information; ecological groups and ecological preferences are presented.

Key words: ecological profiles, weeds, cereal crops

Resumen: Flora de los cereales de secano en Baixo Alentejo (Portugal). Fueron identificados 248 *taxa* pertenecientes a 40 familias en 99 inventarios en cereales del Baixo Alentejo, realizados en la Primavera de 1997. También se tomaron muestras de suelos y se analizaron una serie de parámetros (textura, pH (H<sub>2</sub>O), fósforo y potasio asimilable). Las relaciones entre los factores edáficos, las culturas y las especies existentes fueron analizadas por el método de los perfiles ecológicos y información-mutua. Fueron presentados grupos y preferencias ecológicas de las especies.

Palabras-clave: perfiles ecológicos, malas hierbas, cereales

## **NUEVAS MALAS HIERBAS ALÓCTONAS EN LOS CULTIVOS DEL ALTO ARAGÓN**

M. SANZ ELORZA

Departament de Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. E.T.S.E. Agraria. Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure, 177. 25198 Llérida.

**Resumen:** se señala la presencia novedosa de ocho especies de malas hierbas alóctonas en los cultivos del Alto Aragón: *Azolla filiculoides* Lam.; *Oxalis corymbosa* DC.; *Galinsoga ciliata* (Rafin.) S.F. Blake; *Eclipta prostrata* (L.) L.; *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.; *Panicum dichotomiflorum* Michx; *Eleusine indica* (L.) Gaertner y *Sporobolus indicus* (L.) R. Br.

**Palabras clave:** alóctonas, malas hierbas, Huesca, Aragón, España.

### **INTRODUCCIÓN**

La introducción de nuevas malas hierbas de unas regiones a otras se ha producido de manera constante e ininterrumpida desde el nacimiento mismo de la agricultura. Sin embargo, la frecuencia e intensidad con que ha tenido lugar resultó ser siempre proporcional a la facilidad y fluidez con las que se ha desarrollado el trasiego comercial y el flujo de mercancías y personas de unas partes a otras del planeta. El descubrimiento de América y su posterior colonización propició el intercambio y difusión de numerosas especies cultivadas, de manera recíproca, a un lado y otro del océano Atlántico. Paralelamente, fueron igualmente numerosas las especies propias de la flora arvensis de ambos mundos que cruzaron gracias a la ayuda del hombre el obstáculo del mar (MONTE, 1995), dejando de ser éste, para los referidos taxones una barrera biogeográfica infranqueable. Sin embargo, ha sido durante el presente siglo cuando más numeroso ha resultado ser el número de especies de malas hierbas alóctonas introducidas en áreas donde su presencia no se corresponde con lo corológicamente natural. El problema de las especies alóctonas sobrepasa lo meramente agrícola. En muchos casos se instalan en áreas degradadas o antropizadas, donde resulta más exitoso su establecimiento definitivo, pudiendo llegar a desplazar a la flora natural de la región, y produciéndose un indeseable fenómeno de homogeneización de la flora a nivel mundial que reduce de manera evidente la biodiversidad.

Hablar hoy en día, en la era de las comunicaciones, cuando ya no hay distancias en el mundo ni obstáculos para los viajes o los transportes, de medidas de cuarentena que eviten la llegada de estas plantas resulta trasnochado y utópico. Sin embargo, una vez detectada la presencia de elementos alóctonos con capacidad infestante para nuestros cultivos o perjudicial para nuestro equilibrio ecológico, debe divulgarse la noticia, antes de que el hipotético problema se convierta en una realidad.

Son muchos los trabajos y flórculas locales donde se recoge la aparición de neófitos arvenses, algunos de los cuales acaban incorporándose a la flora de la región de manera definitiva y otros se comportan como efemerófitos, desapareciendo de manera definitiva o surgiendo de nuevo al cabo del tiempo aunque de manera puntual y errática. El presente trabajo se incluye en esta línea. En él se comenta la presencia de ocho nuevas, o cuasi nuevas, especies de malas hierbas en los cultivos de la provincia de Huesca cuya evolución a partir de este momento habrá de tenerse en cuenta.

## RELACIÓN DE ESPECIES

### *Azolla filiculoides* Lam.

Pequeño pteridófito perteneciente a la familia de azoláceas, acuático flotante, heterospóreo y herbáceo. Posee un sistema radicular muy desarrollado, de hasta 7 cm de longitud, y la zona caulinar de 7-20 cm profusamente ramificada, con las ramificaciones distanciadas. Las hojas se disponen dísticas, imbricadas, carentes de nerviaciones y bilobadas, de 1-2,5 mm, con el margen del lóbulo superior hialino y ancho. Es originaria de América subtropical, aunque de distribución actual subcosmopolita. Habita en aguas de curso lento, penetrando en los campos de arroz. Sin embargo sus efectos no son del todo nocivos, ya que se asocia simbióticamente con el alga cianofíceo *Anabaena azollae*, fijadora de nitrógeno atmosférico. Ha sido observada en un campo de arroz, cerca de la población de Santalecina (UTM 31TBG5828), a 225 m de altitud (SANZ ELORZA, 1997a; CONESA et SANZ ELORZA, 1998). Se ha citado en otros puntos de España, en las provincias de Córdoba (CASASAYAS, 1989), Cáceres (RICO et GIRÁLDEZ, 1990), Badajoz (DEVESA, 1995) y Salamanca (RICO et GIRÁLDEZ, *l.c.*). No parece probable el establecimiento definitivo de la especie en nuestros arrozales, debido a la escasa formación de esporocarpos en un clima tan frío como el del sur de la provincia de Huesca, lo que limita su reproducción a la vía vegetativa, y también por el efecto de la desecación de los campos durante varios meses, dada la total dependencia que del agua manifiesta este taxon.

### *Oxalis corymbosa* DC. [= *O. debilis* H.B.K. subsp. *corymbosa* (DC.) O. Bolòs & J. Vigo]

Oxalidácea bulbosa acaule de 10-30 cm de altura, con bulbos solitarios o unidos por débiles estolones efímeros, con las escamas agudas y estrechamente lanceoladas, de 8-17 x 3-4 mm, de color marrón claro y con numerosos nervios notorios. Hojas trifoliadas, largamente pecioladas, con los folíolos obcordiformes, de 12-40 x 15-50 mm, prontamente lampiños conservando solamente algunos pelos cortos en los márgenes y en los nervios, a veces con una línea submarginal de pequeños tubérculos. Flores en umbelas, con los pétalos rosados, de 8-16(20) mm y los sépalos de 4-7 mm con dos tubérculos rojizos apicales. Fruto en cápsula cilíndrico-ovoidea, de unos 10 mm. Se ha encontrado muy extendida en todo el valle de Broto infestando los pequeños huertos próximos a los pueblos (SANZ ELORZA, en prensa). Especie de origen neotropical, introducida en muchas zonas cálidas y templadas del mundo, de la que existen numerosas citas en España repartidas por las provincias costeras mediterráneas y también en Asturias, Cantabria y Andalucía occidental. Se detectó por primera vez en nuestro país en 1865 (MASALLES et al., 1996).

### *Galinsoga ciliata* (Rafin.) S.F. Blake

Compuesta anual erecta, de 10-40 cm de altura, por lo común profusamente ramificada. Tallos con pilosidad esparcida en la parte inferior y cubiertos densamente de pelos glandulares en su parte superior. Hojas opuestas, más o menos ovadas, de 1,5-9,5 x 0,5-6 cm, pilosas por ambas caras y con el margen dentado. Capítulos terminales y axilares, dispuestos solitarios o en grupos. Brácteas involucrales casi glabras. Receptáculo cónico, con escamas. Flores periféricas liguladas, femeninas, en número de cinco por capítulo, con la lígula blanca. Flores interiores tubulares, la mayoría hermafroditas. Fruto de 1-1,5 mm, provistos de un papo de escamas, más desarrolladas en los procedentes de las flores internas. Ha sido detectada en Marcén (UTM 30TYM2445), a 380 m de altitud en un campo de maíz (SANZ ELORZA, 1997b). Nativa de Méjico. Se encuentra actualmente naturalizada en casi todas las regiones de clima templado, como mala hierba de los cultivos hortícolas y de regadío. Está citada en la zona mediterránea de Francia (JAUZEIN, 1998). En nuestro país aparece generalmente en áreas costeras a baja altitud. Se conoce de las provincias de Barcelona, Gerona, Asturias, Cantabria (ROVIRA, 1987), La Coruña (BUJÁN et al., 1989), Pontevedra (GARCÍA MARTÍNEZ, 1985) y Madrid (IZCO et PANIAGUA,

1987). Su condición malherbológica es relativamente importante a escala local, tal y como ocurre en las comarcas costeras de Cataluña, por lo que supone un peligro potencial para la agricultura altoaragonesa.

#### ***Eclipta prostrata* (L.) L.**

Compuesta anual, áspera, con los tallos profusamente ramificados, de 20-90 cm de altura. Hojas opuestas, sésiles las superiores y pecioladas las inferiores, muy ligeramente dentadas, lanceoladas. Capítulos axilares o en pequeñas cimas terminales, de 3-7 mm, con las brácteas involucrales herbáceas, biseriadas, de 4-5 x 1,5-2 mm. Flores periféricas liguladas, blanquecinas, femeninas. Las del interior del capítulo tubulares, hermafroditas. Aquenios normalmente sin vilano, de 2-3 mm. Ha sido encontrada en Fraga (UTM 31TBG8400), a 150 m de altitud, en el margen de un arrozal (SANZ ELORZA, en prensa). Natural de la parte tropical de América del Norte. En nuestro país está citada en Cataluña, tanto en el litoral como en el interior (MASALLES et al., *l.c.*; RECASENS et CONESA, 1998). En la Comunidad Valenciana (CARRETERO, 1989) y en Andalucía occidental [GALLEGO In VALDES et al. (eds.), 1987]. Aparece en arrozales y sobre suelos salobres, húmedos y nitrificados. Se detectó por primera vez en España en 1893 (MASALLES et al., *l.c.*). Su importancia malherbológica actual es exigua. No parece encontrarse en expansión en los campos de arroz de nuestro país.

#### ***Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.**

Pontederiácea acuática, herbácea, anual (al menos en nuestras latitudes) y rizomatosa. Presenta un tallo de 10-15 cm, erecto o postrado, ramificado. Hojas con pecíolo de 5-10 cm, con dos estípulas hialinas y el limbo oval-lanceolado, ligeramente cordado en la base. Flores hermafroditas, actinomorfas, con el perigonio constituido por seis piezas soldadas en la base formando un tubo de unos 2 cm de longitud, de color azul muy pálido, casi blanco. Androceo con tres estambres. Ovario súpero. Fruto en cápsula cilíndrica de 14-18 mm, dehiscente, con numerosas semillas negras acostilladas longitudinalmente. La hemos encontrado en un campo de arroz en la localidad de Fraga (UTM 31TBG8501), a 130 m de altitud, cerca del límite provincial con Lérida (CONESA et SANZ ELORZA, *l.c.*). La única referencia conocida de esta especie en la Península Ibérica es de la localidad de Zurbarán, en la provincia de Badajoz (RODRÍGUEZ BERNABÉ et al., 1995) también como mala hierba en cultivos de arroz. En cuanto al potencial malherbológico, su eficacia expansiva basada en la capacidad de explotar diversas estrategias reproductivas (producción de abundante semilla y desarrollo de rizomas) le faculta para llegar a constituir un serio problema. La rápida expansión de su congénere *Heteranthera reniformis* Ruiz et Pavón en los cultivos de arroz altoaragoneses es ya un hecho constatado. ¿Seguirá el mismo camino *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.?

#### ***Panicum dichotomiflorum* Michx**

Gramínea anual, con los tallos ascendentes, de 50-200 cm de altura. Vainas foliares glabras. Limbo de 10-50 x 3-20 mm. Inflorescencia en panícula difusa. Espiguillas algo comprimidas, míticas, con dos flores, de 2-3 mm, estrechamente elípticas, caedizas. Gluma inferior obtusa, alcanzando sólo la cuarta parte de la longitud de la espiguilla. Gluma superior y lema agudas. Flor inferior de la espiguilla estéril o masculina. La superior hermafrodita, con la lema endurecida abrazando solamente los márgenes de la pálea. Ha sido encontrada en Villanueva de Sigüenza (UTM 39TYM4229), a 345 m de altitud, en un campo de maíz. Originaria de América del Norte, se halla naturalizada en el suroeste de Europa. En Francia se encuentra en expansión (JAUZEIN, *l.c.*). En nuestro país se ha señalado su presencia en las provincias de Cáceres (RICO, 1984), Albacete, Lérida y Tarragona (CASASAYAS, 1987). Pese a no ser todavía abundante, representa un peligro potencial para los cultivos extensivos de regadío de ciclo estival.

#### ***Eleusine indica* (L.) Gaertner**

Gramínea anual, cespitosa, con los tallos primero erectos y después ascendentes, radicales en los nudos, de hasta 80 cm de altura. Hojas dispuestas en dos hileras, con la vaina comprimida y cubierta de escasos pelos largos a lo largo de los márgenes. Lígula membranosa. Limbo foliar de 12-40 x 4-10 mm, con unos pocos pelos en la base. Inflorescencia subdigitada, compuesta por 2-12 espigas erectas o erecto-patentes, la mayoría situadas en el extremo de los tallos y algunas pocas, o una sólo, un poco más abajo. Espiguillas sésiles, comprimidas lateralmente, de 4-8 x 1,75-4 mm, con 3-8 flores. Glumas y glumillas con el nervio central prominente y los márgenes hialinos. Gluma inferior uninerviada, persistente. Gluma

superior con 5-7 nervios, persistente. Lema más pequeña y pálea más pequeña que aquella y biaquillada. Estigmas purpúreos. Cariópside libre, de color oscuro, asurcado. Ha sido encontrada en Fraga (UTM 31TBG5703), cerca de la población de Miralsot, a 115 m de altitud, en el margen de una plantación de melocotoneros sobre suelo compactado (SANZ ELORZA, en prensa). Se trata de una especie paleotropical distribuida en la actualidad por los trópicos de todo el mundo con irradiaciones hacia otras zonas cálidas, como las costas del Mediterráneo. En las regiones tropicales es una de las más comunes y problemáticas malas hierbas, sobre todo en cultivos bien fertilizados, difícil de eliminar debido al desarrollo de un potente sistema radicular. En nuestro país está citada en las provincias de Barcelona, Gerona y Tarragona (LLAURADÓ, 1984), Lérida (CONESA et RECASENS, 1989), Castellón (ROSELLÓ et PERIS, 1990), Valencia y Córdoba (ROMERO ZARCO, 1990). Pese a no suponer todavía un problema malherbológico grave, es una especie a tener muy en cuenta, encontrándose en expansión, penetrando incluso hacia zonas bajas y cálidas de los valles del Ebro y del Guadalquivir.

*Sporobolus indicus* (L.) R. Br.

Gramínea perenne, con tallos erectos, de 60-100 cm, formando macollas con abundantes renuevos. Hojas caulinares escasas, de 20-30 cm, con el limbo plano o doblado, con aculéolos en los márgenes y en el haz. Inflorescencia en panícula cilíndrica, compacta y estrecha, de hasta 30 cm de longitud, de color verde apagado, a menudo más laxa en la base. Espiguillas con una sola flor, de 1,5-2,5 mm, agrupadas en ramas delgadas y erectas. Glumas desiguales, la inferior obtusa y la superior aguda y la mitad de pequeña. Lema bifida, más larga que la pálea. Cariópside esférico, con el pericarpio gelatinoso. Se ha encontrado en Osso de Cinca (UTM 31TBG6717), a 210 m de altitud, en el margen de una plantación frutal sobre terreno compactado. Se conoce también del Sobrarbe, en Puértolas (herbario JACA 337191) y en Lafortunada (MONTSERAT, 1987). Se trata de una mala hierba tenaz de los céspedes regados, citada en numerosas provincias, aunque no en el Alto Aragón. Supone un peligro potencial, no tan evidente como el de la especie anterior, para los cultivos de regadío, sobre todo plantaciones frutales en las que el suelo se mantiene mediante siegas periódicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BUJÁN, M.; ROMERO, M.I.; CREMADES, J.; AMIGO, J. (1989). Sobre flora alóctona del noroeste peninsular. *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(2): 570-571.
- CARRETERO, J.L. (1989). Flora exótica arvense de la Comunidad Valenciana (España). *Proc. 4<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium*: 113-124.
- CASASAYAS, T. (1987). *Panicum dichotomiflorum* Michx: noves localitats per a Catalunya. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat., Sec. Bot.* 54: 90-91.
- CASASAYAS, T. (1989). La flora al·lòctona de Catalunya. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universitat de Barcelona.
- CONESA J.A.; RECASENS, J. (1989). *Folia botanica miscellanea*. 93-102. Barcelona.
- CONESA, J.A.; SANZ ELORZA, M. (1997). Fragmenta chorologica occidentalia 6274. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(2): 454.
- CONESA, J.A.; SANZ ELORZA, M. (1998). *Azolla filiculoides* Lam. y *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd., dos nuevas malas hierbas de los arrozales altoaragoneses. *ITEA* 94V N°3: 177-184.
- DEVESA ALCÁRAZ, J.A. (1995). Vegetación y flora de Extremadura. Universitas, 773, Badajoz.

- GARCÍA MARTÍNEZ, X.R. (1985). Algunas aportaciones a la flora gallega. *Anales Jard. Bot. Madrid* 42(1): 191-196.
- IZCO, J.; PANIAGUA, E. (1987). Aportaciones a la flora de Madrid: algunos neófitos interesantes. *Lazaroa* 8: 373-378.
- JAUZEIN, P. (1998). Bilan des especes naturalisees en France mediterraneenne. 6<sup>ème</sup> *Symposium Méditerranéen EWRS*: 18-25.
- LLAURADÓ, M. (1984). Contribució a la biosistemàtica de les espècies catalanes del genere *Eleusine* (poàcies). *Folia Bot. Misc.* 4: 49-53.
- MASALLES, R.M.; SANS, X.; PINO, J. (1996). Flora alóctona de origen americano en los cultivos de Cataluña. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54(1): 436-442.
- MONTSERRAT, G. (1987). Catálogo florístico del Macizo del Cotiella y de la Sierra de Chía. Instituto de Estudios Altoaragoneses. *Colección de estudios altoaragoneses* 19: 349.
- MONTE, J.P. del (1995). Intercambio de malas hierbas entre Europa y América II. *ITEA* 91V N° 1: 35-53.
- RECASENS, J.; CONESA, J.A. (1998). Attributs des espècies végétales exotiques presentes dans les cultures de la Catalogne (Espagne). 6<sup>ème</sup> *Symposium Méditerranéen EWRS*: 26-32.
- RICO, E. (1984). *Panicum dichotomiflorum* Michx. novedad para la Península Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(2): 469.
- RICO, E.; GIRÁLDEZ, X. (1990). Aportaciones al conocimiento de los pteridófitos del occidente hispano. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 46(2), 583-591.
- RODRÍGUEZ BERNABÉ, J.A.; MONTERO, I.; TORMO, R. (1995). *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. (Pontederiaceae), alóctona infestante de los arrozales pacenses, nueva para España. *Anales Jard. Bot. Madrid* 53(1): 138.
- ROMERO ZARCO, C. (1990). Claves para la identificación de los géneros de gramíneas de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Lagascalia* 15(2): 223-261.
- ROSELLÓ, R.; PERIS, J.B. (1990). Algunos neófitos de la provincia de Castellón. *Fontqueria* 28: 53-56.
- ROVIRA, A. (1987). *Galinsoga ciliata* (Rafin.) S.F. Blake, adventicia nova per a Catalunya, i altres aportacions. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat., Sec. Bot.* 54: 88.
- SANZ ELORZA, M. (1997a). Fragmenta chorologica occidentalia 5956. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(1): 154.
- SANZ ELORZA, M. (1997b). Fragmenta chorologica occidentalia 6253-6267. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(2): 453-454.
- SANZ ELORZA, M. (en prensa). Aportaciones al conocimiento de la flora del Alto Aragón. *Lucas Mallada* 10.
- VALDES, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ GALIANO, E. (eds.) (1987). Flora vascular de Andalucía occidental III: 39.

Summary: New alien weeds in crops of Alto Aragón (Spain). They are eight new related species of alien weeds found in crops of Alto Aragón: *Azolla filiculoides* Lam.; *Oxalis corymbosa* DC.; *Galinsoga ciliata* (Rafin.) S.F. Blake; *Eclipta prostrata* (L.) L.; *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.; *Panicum dichotomiflorum* Michx; *Eleusine indica* (L.) Gaertner and *Sporobolus indicus* (L.) R. Br.

Key words: alien weeds, Huesca, Aragón, Spain.

Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología

# DIFERENCIAS EN LA CAPACIDAD DE ACOGIDA DE ELEMENTOS FLORÍSTICOS ALÓCTONOS ENTRE LAS ZONAS COSTERAS Y DEL INTERIOR EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

M. SANZ ELORZA; E. SOBRINO VESPERINAS

Departamento de Producción Vegetal: Botánica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

Resumen: se plantea la hipótesis de que existe una mayor capacidad de acogida de elementos florísticos alóctonos en la flora de las zonas costeras del Mediterráneo occidental sometidas a fuerte influencia antropozógena frente a las del interior, así como a las de influencia marítima escasamente intervenidas por el hombre. Utilizando como zona representativa una banda costera de 6 x 1 km en la comarca tarraconense del Baix Camp, en la que se elabora un inventario florístico detallado, y comparando después los datos obtenidos con los de otros trabajos florísticos previos realizados en zonas relativamente cercanas se confirma la hipótesis apuntada.

Palabras clave: capacidad de acogida, flora alóctona, mediterráneo occidental.

## INTRODUCCIÓN

La introducción de táxones vegetales en zonas donde su presencia no es natural es un fenómeno cuya intensidad y frecuencia ha sido proporcional a la facilidad con la que el hombre se ha desplazado por el mundo. Aunque a lo largo de los tiempos geológicos se han producido migraciones de plantas de unas zonas a otras del planeta, casi siempre debido a la dinámica paleoclimática y a los avances y retrocesos de los mares con respecto a las tierras emergidas, en sin duda alguna la actividad antropozógena la principal causa de transgresión fitogeográfica para un buen número de táxones, que acaban por incorporarse a la flora de regiones lejanas, situadas no pocas veces en las mismas antípodas de su área corológicamente natural. En la mayoría de las ocasiones la introducción es fortuita, y se debe al viaje de semillas o diásporas que acompañan a las mercancías y a las personas. Otras veces, también de manera involuntaria, es consecuencia de la naturalización de táxones exóticos que han sido objeto de cultivo con fines agrícolas u ornamentales. En unos pocos casos la introducción es intencional, cuando lo que se pretendía era reforestar o revegetar zonas donde la vegetación natural está degradada con especies que no forman parte de la flora autóctona de la región, al considerar que aventajaban, para la consecución de este fin, a las nativas. Muchas de las plantas alóctonas que se incorporan a otras floras son malas hierbas, resultando ser la causa de su introducción la primera de las señaladas. A menudo también son malas hierbas en sus regiones de procedencia, de manera que sus diásporas fácilmente pueden contaminar los productos de las cosechas, si éstos no han sufrido transformación, o bien las partidas de semillas comerciales. Esta circunstancia favorece su introducción en otros lugares, por alejados que se encuentren. Otro importante grupo de plantas donde se incluyen muchas con capacidad para establecerse lejos de sus zonas de procedencia lo forman las de ecología ruderal. En ellas el éxito se explica por su adaptación a la rápida

colonización de medios sometidos a fuerte influencia antropozógena (capacidad de germinación en condiciones diversas, crecimiento rápido, fenología más temprana que la de las especies nativas, frugalidad, explotación de varias estrategias reproductivas, etc.), de manera oportunista, que al no estar ocupados por especies autóctonas bien asentadas, la competencia que se entabla con éstas tiene lugar en condiciones de mayor igualdad. En el otro extremo, por ser muchas menos, se encuentran las especies que son capaces de introducirse en medios donde la vegetación alcanza niveles o estadios de madurez avanzados, llegando incluso a desplazar a aquéllas que de manera natural aparecen en la clímax. El problema de la expansión de elementos florísticos alóctonos alcanza dimensiones mundiales, afectando al conjunto de la Biosfera (VILÀ, 1995). Una de sus consecuencias es la homogeneización de las floras de las distintas regiones de la Tierra (SOL, 1995), con la consiguiente pérdida de biodiversidad, pues ésta no se refiere sólo al número de especies diferentes que forman el elenco florístico de una región sino a lo diferente que es éste con respecto al de otras regiones. Muchas de las especies transgresivas que han experimentado expansión en los últimos años pertenecen al grupo ecológico de las termófilas, y entre éstas las de origen tropical y subtropical, lo que puede ser un signo claro del calentamiento del planeta. También existen importantes diferencias entre unos medios y otros en cuanto a su capacidad de acogida de elementos florísticos alóctonos. Las comunidades poco alteradas, con vegetación densa suelen ofrecer mayor resistencia a la invasión de especies exóticas. En general, la benignidad del clima, el efecto tampón ejercido por el mar en las oscilaciones diarias y estacionales de temperatura y una intensa actividad humana que haya dejado la vegetación natural en un estado de degradación avanzado, facilitan el asentamiento de especies alóctonas. Por ello se plantea como hipótesis que existe, en la parte occidental del Mediterráneo, una clara asimetría en esta capacidad entre las zonas costeras y las del interior. Se ha tomado como modelo demostrativo la situación real que en este momento existe en el nordeste de la Península Ibérica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado como zona representativa costera para el estudio de la flora alóctona la comarca tarraconense del Baix Camp. Dentro de ella se ha efectuado la prospección en tres cauces fluviales de caudal ocasional, sólo activos en los momentos en que se producen lluvias torrenciales, llamados localmente rieras y también en sus interfluvios, formando una banda de 6 km de largo en paralelo a la costa por 1 km hacia el interior. Se trata de las rieras de Maspujols, del Regueral y de la Mare de Deu del Camí, situadas en el término municipal de Cambrils, entre las cuadrículas UTM de 10 x 10 km 31TCF34 y 31TCF35. La elección obedece a que son prácticamente las únicas áreas en todos los alrededores donde se mantiene una riqueza florística suficiente. A ello ha contribuido de manera decisiva su condición jurídica de terrenos incluidos dentro de dominio público hidráulico, lo que ha imposibilitado el ejercicio sobre ellas de actividades urbanísticas o agrarias. En estas rieras, pese a encontrarse sometidas a una fuerte influencia antropozógena y por lo tanto con la vegetación bastante degradada y ruderalizada, aún subsisten a modo de islotes reducidos restos de lo que fue la vegetación climática de la zona. Junto a pequeños rodales de *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. e incluso de *Quercus faginea* Lam. subsp. *faginea* y *Fraxinus angustifolia* Vahl, conviven numerosas especies ruderales y nitrófilas, muchas de ellas alóctonas plenamente incorporadas a la flora local. Las tres rieras se recorrieron a pie en una distancia de 8 km remontándolas desde su desembocadura en el mar. En el caso de la Riera de la Mare de Deu del Camí, el tramo recorrido alcanzó la totalidad del cauce, llegándose hasta su punto de origen. En las otras dos, aunque no se llegó hasta su nacimiento, la parte explorada fue la de mayor influencia marítima, coincidente además con la más variada, rica y mejor conservada desde el punto de vista de la flora y la vegetación. Así mismo se realizó una prospección minuciosa de los interfluvios, ya que se trata de cauces fluviales contiguos, para de este modo cubrir un área superficial continua y completa. Durante los recorridos fueron anotándose y herborizándose todas las especies de fanerógamas observadas con el objeto de realizar el catálogo florístico de la zona estudiada. Todos los pliegos testigo resultantes se encuentran depositados en el herbario MA (Real Jardín Botánico de Madrid). En cuanto al criterio corológico utilizado, nos atenemos a lo establecido por O. BOLÒS et VIGO (1984; 1990; 1995) en todo lo concerniente a dicotiledóneas y a O. BOLÒS et al. (1990) en lo que se refiere a monocotiledóneas.

## RESULTADOS

Se han inventariado 220 especies de fanerógamas, que componen el catálogo florístico de la zona, 106 son elementos mediterráneos (49 %), 12 son táxones de óptimo eurosiberiano (5 %), 58 son plantas de amplia distribución, es decir, holárticas, plurirregionales y subcosmopolitas (26 %) y 46 son alóctonas (20 %), tal y como se muestra en la figura 1.

En cuanto al desglose porcentual del elemento corológico alóctono (figura 2), destaca el predominio de táxones americanos, que en su conjunto suponen el 67% de los elementos florísticos alóctonos. También es significativo el nivel alcanzado por las especies procedentes del sur de África (9%), así como la proporción de táxones de óptimo tropical, que suponen el 40% de la flora alóctona de las rieras e interfluvios del Baix Camp estudiadas.

## DISCUSIÓN

Si comparamos los resultados obtenidos con el espectro corológico de otras áreas relativamente próximas situadas en el interior, se aprecia como la importancia que alcanzan los elementos florísticos alóctonos en éstas últimas es muy inferior al nivel que se ha encontrado en la zona costera de estudio. En la tabla 1 se compara el porcentaje que suponen los elementos florísticos alóctonos en el total de la flora de las rieras del Baix Camp con el mismo dato correspondiente a cinco zonas del nordeste de España en las que se han realizado catálogos florísticos completos recientes y se han calculado los correspondientes espectros corológicos. Estas zonas son la cuadrícula UTM 31TCF79, La Llacuna (O. BOLÒS et MASCLANS, 1990), la cuadrícula UTM 31SCE01, las Islas Columbretes (CALDUCH, 1992), la cuadrícula UTM 31TDG, Gréixer (SORIANO, 1994), la cuadrícula UTM 31SDE80, Puig Major (SÁEZ et VICENS, 1997), la cuadrícula UTM 31TBF99, Utxesa-Secà (CONESA, 1993), los valles de Espot y de Boí (CARRILLO et NINOT, 1992), la Conca de Barberà (MASALLES, 1983) y las sierras marginales de los Prepirineos centrales catalanes (CONESA, 1996).

En todos los casos se trata de áreas suficientemente alejadas del mar, salvo las Islas Columbretes, aunque aquí la influencia antropozógena es muy poco intensa y por ello son muy pocas las especies alóctonas introducidas. Como se deduce de los datos obtenidos, la diferencia resulta suficientemente reveladora de la mayor capacidad de acogida de elementos florísticos alóctonos que muestran las zonas costeras frente a las del interior en el Mediterráneo occidental.

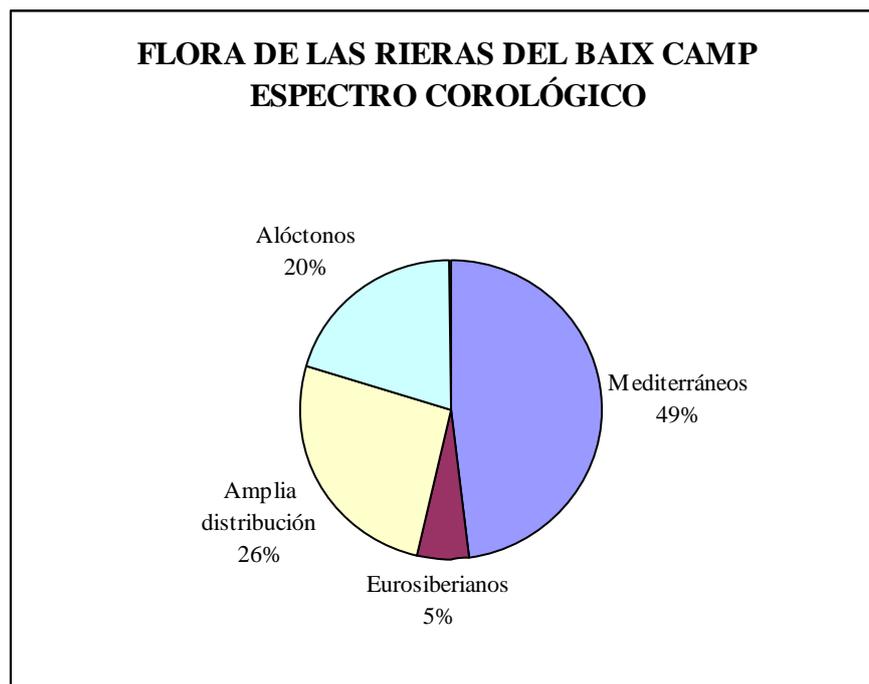


Figura 1

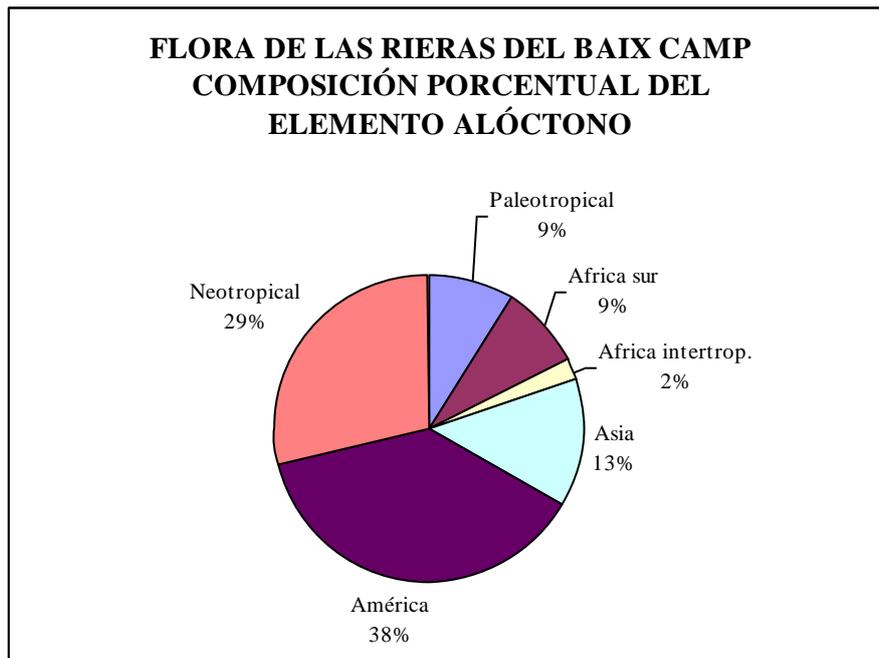


Figura 2

Tabla 1. El elemento florístico alóctono (%) en diferentes flórulas

ZONA ESTUDIADA	PROVINCIA	Nº TOTAL TÁXONES	% ELEMENTOS ALÓCTONOS
Rieras del Baix Camp	Tarragona	220	20
La Llacuna	Tarragona	670	2,8
Islas Columbretes	Castellón	114	4,3
Utxesa-Secà	Lérida	727	7,2
Gréixer	Gerona/Barcelona	1182	1,4
Puig Major	Baleares	750	4
Valles de Espot y Boí	Lérida	1471	1,9
Conca de Barberà	Tarragona	1200	4,2
S. marg. Prepirineos	Lérida	1303	4,2

## CONCLUSIONES

Al menos en el occidente de la cuenca mediterránea se produce una clara asimetría en cuanto a la capacidad de acogida de elementos florísticos alóctonos entre las zonas costeras y las del interior, probablemente como consecuencia de la elevada actividad degradativa antrópica, favorecida por la benignidad del clima. Solamente en aquellos casos en los que la influencia del hombre es escasa, la proporción que alcanzan las especies introducidas en áreas costeras es baja y puede equipararse a los niveles medios de las zonas alejadas de la influencia marítima.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOLÒS, O.; VIGO, J. (1984-1995). Flora dels Països Catalans. Vol. I, II y III. Barcelona.
- BOLÒS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R.; NINOT, J.M. (1990). Flora manual dels Països Catalans. Barcelona.
- BOLÒS, O.; MASCLANS, M. (1990). Plantes vasculares del quadrat UTM 31TCF79 La Llacuna. *ORCA: Catàlegs florístics locals 3*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- CALDUCH, M. (1992). Plantes vasculares del quadrat UTM 31SCE01 Els Columbrets. *ORCA: Catàlegs florístics locals 4*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- CARRILLO, E.; NINOT, J.M. (1992). Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- CONESA, J.A. (1993). Plantes vasculares del quadrat UTM 31TBF99 Sarroca de Segrià (Utxesa-Secà). *ORCA: Catàlegs florístics locals 5*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- CONESA, J.A. (1996). Elementos florísticos de las sierras marginales de los Prepirineos centrales catalanes. *Anales Jard. Bot. Madrid* 54(1): 462-471.
- MASALLES, R.M. (1983). Flora i vegetació de la Conca de Barberà. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- SÁEZ, LI.; VICENS, J. (1997). Plantes vasculares del quadrat UTM 31SDE80 Puig Major. *ORCA: Catàlegs florístics locals 8*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- SOL, D. (1995). Especies introducidas: un problema creciente de difícil solución. *Quercus junio*: 38-40.
- SORIANO, I. (1994). Plantes vasculares del quadrat UTM 31TDG08 Gréixer. *ORCA: Catàlegs florístics locals 7*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- VILÀ, M. (1995). Introducción de especies vegetales exóticas. *Quercus junio*: 34-37.

Summary: Differences in reception capacity of alien floristics elements between coastal and continental zones in west mediterranean area. A floristic study of alien flora in Baix Camp, Tarragona, Spain, and comparison of obtained data with those proper of previous works realized in close continental regions, confirms the title's hypothesis.

Key words: reception capacity, alien species, west mediterranean area.

## **APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FLORA ALÓCTONA DE ALMERÍA: DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN**

E. DANA SÁNCHEZ, S. GARCÍA-OCADA, M.I. LÓPEZ-CERRILLO, S. VIVAS NAVARRO & J.F. MOTA POVEDA

Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad Ciencias Experimentales.  
Universidad de Almería. La Cañada. E-04120. Almería. España.

Resumen: en este trabajo realizamos una aproximación al conocimiento de la flora alóctona almeriense, con el objeto de analizar cuáles son los patrones que rigen en qué grado las especies introducidas se comportan como invasoras. El objetivo final es reducir los múltiples factores implicados a unos cuantos parámetros más sencillos de manejar y que permitan establecer estrategias de prevención sobre la importación de especies para evitar, en lo posible, futuras invasiones biológicas. Los datos disponibles hasta el momento, indican la necesidad de establecer un control prioritario sobre la entrada de táxones originarios de las regiones Paleotropicales y Neotropicales, especialmente sobre las especies anuales. Los resultados alertan sobre el potencial invasor de las especies surafricanas, fundamentalmente caméfitos y fanerófitos.

Palabras clave: especies invasoras, invasividad, malas hierbas, corología, S.E. España

### **INTRODUCCIÓN**

La larga tradición de uso del medio ambiente en la Cuenca Mediterránea y, dentro de ella, en el sur de España, ha provocado la introducción de un considerable número de especies vegetales. El grado en que éstas están adaptadas a nuestra zona varía considerablemente, desde aquellos táxones que han llegado a formar parte habitual del paisaje (especies naturalizadas), hasta aquellas que sólo de manera esporádica se observan escapadas de las zonas de cultivo. En el otro extremo se encuentran las especies que tras haber sido introducidas de manera intencionada no se han observado ni siquiera escapadas de forma puntual de los cultivos o plantaciones.

La provincia de Almería, situada en la esquina sureste de la Península Ibérica, ha sido testigo de numerosos intercambios de material vegetal con distintos objetivos, forestal, ornamental, alimentario, etc.; este hecho, unido al carácter de encrucijada biogeográfica e histórica y a la gran diversidad de

ambientes que presenta en un espacio físico reducido, la erigen en un territorio sumamente interesante para evaluar la magnitud del impacto que las especies alóctonas han ejercido así como para profundizar en las razones que han permitido las diferencias existentes en el carácter invasor de las especies. De esta manera podremos estar en condiciones de proponer medidas preventivas adecuadas.

El presente estudio está enmarcado dentro del Proyecto sobre Xenófitas de España, y contribuye al conocimiento de algunos aspectos como la taxonomía y biogeografía, así como los usos que han permitido la composición de la flora alóctona actual.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En esta primera aproximación, hemos elaborado un catálogo de especies alóctonas presentes en Almería, tanto a partir de referencias bibliográficas nacionales, regionales y locales como de nuestras propias observaciones de campo. Hemos considerado como alóctona aquellas especies de las que existen referencias que indiquen su introducción en la provincia mediante intervención humana directa. Las obras más ampliamente utilizadas son: SAGREDO (1987) -que a su vez tiene en cuenta otros trabajos anteriores-, FERNÁNDEZ et al. (1991), CASTROVIEJO et al. (1986-1999), DANA et al. (1999).

Para cada especie consideramos la procedencia biogeográfica, que hemos asignado a una región biogeográfica según la propuesta de TAKHATAJAN (1986), biotipo según RAUNKIER (1934), motivo de la introducción y nivel de expansión en la provincia que hemos dividido en 4 categorías:

-naturalizadas, subespontáneas (aquellas especies que por la apariencia de sus poblaciones pudieran parecer localmente naturalizadas, o que aún no han alcanzado un grado de extensión suficiente como para ser consideradas naturalizadas), escapadas ocasionalmente del cultivo (si tras haber sido introducidas de manera intencionada sólo se han observado de esporádicamente en las proximidades del lugar donde se introdujeron por primera vez; aunque este concepto podría ser parcialmente asimilable al de especies adventicias propuesto por FONT QUER (1993), en nuestra categoría se han contabilizado también aquellas especies introducidas de manera voluntaria), y finalmente, las especies no colonizadoras o que sólo se encuentran cultivadas

Hemos agrupado y obviado en nuestro análisis las especies de las que no disponíamos de conocimientos suficientes como para poder asignarlas a alguna categoría, aquellas para las que las referencias bibliográficas arrojaban resultados contradictorios o cuya presencia en la provincia necesita ser confirmada.

## RESULTADOS

En la provincia de Almería hemos registrado un total de 235 especies introducidas pertenecientes a 63 familias. De este grupo de táxones descartamos para nuestro análisis 33 ya que no poseemos aún datos suficientes o están extintas. Los resultados más relevantes se presentan de la tabla 1 a la 3.

BIOTIPO	TOTAL	% ÉXITO	NATURALIZADAS	SUBESPONTÁNEAS	ESCAPADAS	NO COLONIZADORAS
TERÓFITOS	51	<b>82,3</b>	<b>30</b>	5	7	9
HEMICRIPTÓFITOS	20	<b>85,0</b>	<b>14</b>	2	1	3
GEÓFITOS	19	<b>68,4</b>	9	3	1	6
CAMÉFITOS	21	61,9	3	4	6	8
FANERÓFITOS	92	50,0	19	12	<b>15</b>	46

Tabla 1. Representatividad de los biotipos y su grado de expansión. % ÉXITO = porcentaje de especies introducidas con ese biotipo y que presentan algún grado de invasividad. Se remarcan en negrita los valores más elevados.

REGIÓN DE ORIGEN	TOTAL	%ÉXITO	NATURALIZADAS	SUB- ESPONTÁNEAS	ESCAPADAS	NO COLONIZADORAS
<b>N América</b>	22	50,0	9			
				1	1	11
<b>Regiones tropicales s.l.</b>	84	<b>70,2</b>	43	8	8	25
Neotropicales	55	70,9	30	5	4	16
Paleotropicales	21	71,4	8	3	4	6
Pantropicales	8	62,5	5	0	0	3
(Tropicales y subtropicales s.l.)						
<b>Australianas</b>	14	64,3	5	2	2	5
<b>Capenses</b>	16	<b>75</b>	4	3	5	4
<b>Iranoturanianas*</b>	15	<b>73,3</b>	3	4	4	4
<b>Chinas y/o Japonesas</b>	19	26,3	1	2	2	14
<b>Otras</b>	19	57,9	2	4	5	8
<b>Incierto</b>	13	84,6	7	1	3	2

Tabla 2. Relaciones entre el potencial invasor y la procedencia biogeográfica. (\*) indica aquellas especies procedentes de la Región Iranoturaniana, pero de las que existen referencias que indican que han sido introducidas por el hombre.

REGIÓN DE ORIGEN	PORCENTAJE DE ÉXITO PARA CADA BIOTIPO				
	TERÓFITO	GEÓFITO	HEMICRIPTÓFITO	CAMÉFITO	FANERÓFITO
<b>N América</b>	<b>87,5</b>	-	100 (*)	0,0 (*)	25
<b>Regiones tropicales s.l.</b>					
Neotropicales	<b>89,5</b>	50,0	<b>87,5</b>	40,0	64,7
Paleotropicales	<b>76,9</b>	50,0	100	-	60,0
Pantropicales					
(Tropicales y subtropicales)	50,0	<b>100</b>	0,0 (*)	0,0 (*)	-
<b>Australianas</b>	-	-	100 (*)	-	58,3
<b>Capenses</b>	-	50,0	-	<b>70,0</b>	<b>100</b>
<b>Iranoturanianas</b>	100	-	100	100 (*)	50,0
<b>Chinas y/o Japonesas</b>	-	0,0 (*)	-	-	2,8

Tabla 3. Relaciones entre el biotipo, la procedencia biogeográfica y el potencial invasor. Se han presentado los grupos corológicos con mayor número de especies invasoras. Los valores indican el porcentaje de especies que presentan cierto carácter invasor para cada biotipo (es decir, porcentaje de éxito). Se indican en negrita los grupos con más e un 70% de éxito.

## DISCUSIÓN

El número total de especies alóctonas en la provincia resulta elevado, ya que supone más del 8% de la flora total estimada para esta región. Es de esperar que este valor se incremente al finalizar el estudio. Resulta también elevada la cantidad total de especies que en mayor o menor medida presentan un cierto carácter invasor. Es más que probable que en el futuro, algunas de las que ahora figuran como escapadas tengan una mayor representación en el medio.

Los resultados preliminares muestran que las estrategias de prevención en nuestro territorio deberían centrarse en el control de las especies anuales (fundamentalmente malas hierbas) y hemicriptófitos (de uso alimentario, ornamental y forrajero, así como numerosas malas hierbas). En un segundo nivel de aproximación deberíamos considerar las relaciones biotipo-procedencia. Así, el mayor carácter invasor lo muestran las especies de origen tropical s.l. (especialmente los terófitos y hemicriptófitos suramericanos y paleotropicales, así como los hemicriptófitos pantropicales), capenses (caméfitos y fanerófitos) e

iranoturanianas (terófitos y caméfitos). Las especies iranoturanianas son, en la mayoría de los casos, arqueófitos, por lo que podemos considerarlas como secundarias en las estrategias de prevención, ya que a pesar de su mayor éxito invasor, han contado con mucho tiempo para formar poblaciones autoperdurables. Las especies oriundas de otras regiones como N América, Australia, China o Japón, son hasta el momento, menos invasoras.

## BIBLIOGRAFÍA

- CASTROVIEJO, S. & cols. (1986-1999) (eds.) (1997) Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vols. I-VI y VIII. Real Jardín Botánico de Madrid. C.S.I.C.
- DANA, E., CABELLO, J., MOTA, J., CUETO, M. & PE...AS, J. (1999). Flora urbanícola de la ciudad de Almería: estudio florístico, fitocenológico y autoecológico. Monog. Fl. Veg. Béticas, 11: 133-149.
- FERNÁNDEZ, C., CRUZ, M<sup>TM</sup>, LÓPEZ-PULIDO, M., AMEZCUA, C. & CASADO, D. (1991). Flora de Andalucía Oriental. Catálogo bibliográfico de las plantas vasculares. Universidad de Jaén.
- FONT QUER, P. (1993) Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Barcelona.
- RAUNKIAER, C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford. Clarendon Press.
- TAKHATAJAN, A. (1986) Floristic regions of the world. University of California Press. California
- SAGREDO, R. (1987) Flora de Almería. Plantas vasculares de la provincia. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación Provincial. Almería.

Summary: An approach to the knowledge of exotic flora in Almería: information for developing prevention strategies. In this paper we attempt an approach to the knowledge of the exotic flora in Almería area in order to clarify which are the patterns implied in the different invading behaviour of each species. The final goal is to reduce the multiple factors involved in order to get a few parameters easy to use and which allow to develop prevention strategies concerning species importation and hence, avoiding future plant invasions. Our provisional results show the need of establishing a priority control about the input of those species coming from the Palearctic and Neotropical Regions, with particular regard to annual species. These results also alert us on the invading potential of the south-african species -specially camephytes and phanerophytes.

Key words: invading plants, invading potential, weeds, chorology, S.E.Spain.

**ESPECIES MEDITERRÁNEAS *v.s.* ALÓCTONAS: ESTRATEGIAS REPRODUCTORAS DE LAS MALAS HIERBAS Y LAS RELACIONES CON SU ORIGEN BIOGEOGRÁFICO**

E. DANA SÁNCHEZ, S. VIVAS NAVARRO, M.I. LÓPEZ-CERRILLO & J.F. MOTA  
POVEDA

Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. La Cañada. E-04120. Almería. España.

Resumen: tras estudiar la fenología de la floración de 40 malas hierbas, encontramos una clara separación temporal de la floración en dos grupos corológicos: la mayoría de las mediterráneas *s.l.* florecen en los meses más cálidos, mientras que las alóctonas -en su mayoría neotropicales- lo hacen durante los meses más cálidos. El análisis estadístico mostró la mayor influencia de la temperatura respecto a la precipitación sobre la floración, especialmente en el caso de las alóctonas. La floración y fructificación estival de las alóctonas puede tener consecuencias sobre su mayor o menor carácter invasor. Discutimos este aspecto en relación con la hipótesis homoclimática, con la de amplitud de distribución original y, finalmente, proponemos como hipótesis complementaria la reducción de la competencia autóctonas-alóctonas durante el verano.

Palabras clave: floración, fenología, invasividad, Almería, Sureste Ibérico.

## INTRODUCCIÓN

La ruptura de las barreras geográficas como consecuencia de la paulatina mejora en los transportes ha provocado la puesta en contacto de las especies nativas con las alóctonas, hecho que durante la evolución nunca ha alcanzado las magnitudes actuales. Aunque es menos frecuente que las exóticas invadan ambientes naturales, sí lo hacen en ambientes altamente perturbados.

En el presente estudio empleamos la ciudad de Almería como ejemplo de ambiente intensamente alterado y con una alta proporción de especies alóctonas. Pretendemos conocer si existe relación entre el origen biogeográfico y el comportamiento fenológico, las causas y las posibles implicaciones ecológicas resultantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para elaborar este estudio hemos escogido un total de 40 especies (13 especies alóctonas y 27 autóctonas), basándonos para su elección en que fueran frecuentes, abundantes y representativas de las asociaciones fitosociológicas encontradas en la ciudad de Almería durante un estudio anterior (DANA et al., 1999). Se han considerado como especies alóctonas todas aquellas para las que se ha encontrado referencias que indican que han sido introducidas por el hombre en la provincia. Se recogieron datos de presencia de floración durante itinerarios mensuales realizados en hábitats urbanos no regados (solares, muros, jardines abandonados, etc.) presentes por toda la capital. El período de estudio abarcó 12 meses. Así obtuvimos el espectro fenológico de la floración de todas las especies estudiadas en este intervalo, a partir del cual calculamos la intensidad de floración mensual (expresada como porcentaje de especies en flor de las 40 consideradas). Para establecer las relaciones con los parámetros climáticos realizamos un análisis de regresión utilizando la intensidad de floración y las temperaturas y precipitación medias mensuales.

## RESULTADOS

En la figura 1 se muestran los diferentes momentos de floración de los dos grandes contingentes de especies. En ella se aprecia la segregación temporal de los dos grupos corológicos. La floración de las alóctonas es mayoritariamente estival, mientras que en las mediterráneas se produce durante los meses lluviosos.

Las relaciones con los parámetros climáticos fueron más esclarecedoras al considerar por separado a las especies mediterráneas en sentido amplio (mediterráneas-iranoturánicas, latemediterráneas, etc.) y alóctonas (en su mayoría neotropicales). La temperatura explicó más varianza frente a la precipitación respecto a la intensidad de floración en ambos grupos (tabla 1).

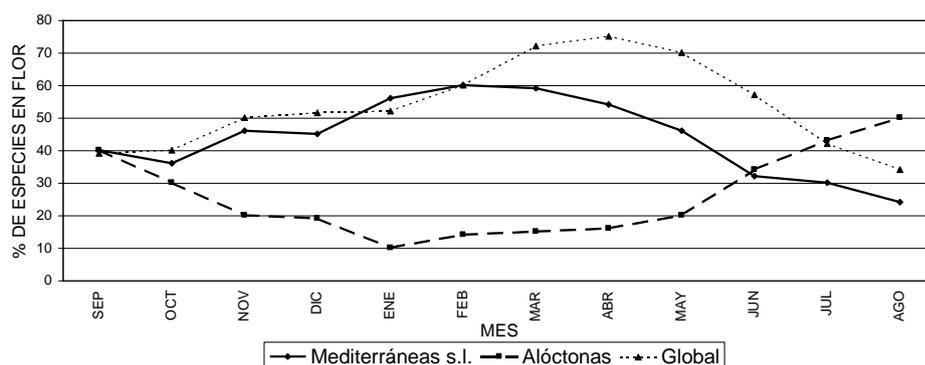


Fig. 1. Porcentaje de especies en floración según su origen y consideradas en global.

Origen	Parámetro climático	r de Pearson	r <sup>2</sup>	Nivel de significación
Mediterráneo (s.l.)	Temperatura	-0.902	0.814	< 0.0001
	Precipitación	0.985	0.971	0.0000
Alóctono	Temperatura	0.864	0.764	< 0.0054
	Precipitación	0.871	0.758	< 0.0043

Tabla 1. Correlaciones entre T<sup>TM</sup>, precipitación e intensidad de floración para especies autóctonas y alóctonas.

## DISCUSIÓN

La floración primaveral, ya sea temprana o tardía es típica de regiones con clima mediterráneo (e.g. de LILLIS & FONTANELLA, 1992). Las razones de esta mayor actividad primaveral parecen no estar aún totalmente confirmadas. Así, ARONNE & WILCOCK (1997) la se | alan como una respuesta evolutiva a la elevada actividad de los insectos polinizadores que se da en esta época en estas regiones, mientras que OECHEL et al., (1981) consideran que confinar las fases de crecimiento y reproductoras a la estación primaveral es una estrategia evolutiva que surge para evitar que el déficit de agua limite la fotosíntesis y la respiración durante la época estival. La mayor influencia de la temperatura coincide con lo expuesto por DAUBENMIRE (1988), quien la considera como la variable más importante en los ciclos fenológicos.

El resultado de mayor implicación para el tema que nos ocupa es la separación temporal del momento de la floración. Por un lado, en las especies mediterráneas se alcanzan máximos de floración, justo tras haber pasado varias semanas donde dominan las bajas temperaturas medias (figura 1). Como indican CONNOR (1966) y DAUBENMIRE (1960), algunas plantas requieren bajas temperaturas para iniciar los primordios florales, al igual que otras requieren altos niveles. Esto explicaría el signo de las relaciones obtenidas entre la floración y la temperatura en los dos grupos corológicos.

Al contrario que las mediterráneas, las especies alóctonas, en su mayoría de origen tropical *s.l.* (*Aster squamatus*, *Conyza spp.*, *Chenopodium album*, *Amaranthus spp.*, etc.) reservan generalmente la floración para la época estival. Las causas pueden residir en ómeno. Por un lado, la presencia de fotosíntesis tipo C<sub>4</sub> en muchas de ellas (*Amaranthus spp.*, *Atriplex semibaccata*, etc.) proporciona mayores rendimientos fotosintéticos a altas temperaturas (25-30°C), rango que coincide con las medias estivales en las zonas basales del Sureste Peninsular. Por otro lado, el origen tropical de la mayoría de ellas explica que puedan desarrollarse a mayores temperaturas.

Tradicionalmente el éxito de las especies invasoras en áreas geográficas distintas de las originarias se ha asociado con el grado de similitud climática entre ambas ("hipótesis homoclimática"). Sin embargo, diversos autores (FORCELLA & WOOD, 1984; FORCELLA et al., 1986) han encontrado que en muchos casos, es más importante la amplitud de la distribución original que la similaridad climática, de forma que cuanto mayor sea aquella, mayor es el éxito invasor de estas especies. A este respecto, los estudios que conocemos tienen un carácter parcial, abordan un reducido número de especies y sería poco apropiado sacar ya conclusiones generales. Sin embargo, existe otra posibilidad que no excluye a la hipótesis homoclimática ni a la de la amplitud de distribución. Como indica PRIMACK (1985), las fases reproductoras dependen más de la disponibilidad de recursos (polinizadores y nutrientes), por ello, parte del éxito de las alóctonas reside en que al florecer en los meses cálidos, pueden evitar en gran medida la competencia con las autóctonas en la costosa fase de la reproducción. Tendencias similares de segregación fenológica temporal han sido observadas por SPECHT & CLIFFORD (1991).

Así, la floración y reproducción estival podrían explicarse parcialmente por el origen más cálido de las especies tropicales y/o por la ventaja de un mecanismo C<sub>4</sub>; el éxito invasor final podría deberse, en la primera fase de asentamiento, a la similitud del clima respecto al de su región de origen; y finalmente, su capacidad de expansión se debería a la amplitud biogeográfica de su distribución original y al momento de la reproducción, que en caso de ser estival, les permite producir propágulos con mucha menor competencia por parte de las especies autóctonas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARONNE, G. & WILCOCK, C. (1997). Reproductive phenology in mediterranean macchia vegetation. *Lagascalia* 19 (1-2): 445-454
- CONNOR, H. E. (1966). Breeding systems in New Zealand grasses VII. periodic flowering of snow tussock, *Chionochloa rigida*. *N. Z. J. Bot.* **4**: 392-397.
- DAUBENMIRE, R. F. (1988). *Tratado de Autoecología Vegetal*: 219-222. Ed. Limusa. Méjico.
- DAUBENMIRE, R. F. (1960). A seven year study of cone production as related to xylem layers and temperature in *Pinus ponderosa*. *Am. Midl. Nat.* **64**: 187-193.
- de LILLIS, M. & FONTANELLA, A. (1992). Comparative phenology and growth in different species of the Mediterranean maquis of central Italy. *Vegetatio* **99-100**: 83-96.
- FORCELLA, F. & WOOD, J.T. (1984). Colonization potentials of alien weeds are related to their native distribution: implications for plant quarantine. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, **50**: 35-40.
- FORCELLA, F., WOOD, J. T. & DILLON, S. P. (1986). Characteristics distinguishing invasive weeds within *Echium* (Bugloss.). *Weed Research*, **26**: 351-64.
- OECHEL, W.C., W. LAURENCE, J., J. MUESTAFÁ & J. MARTÍNEZ (1981). Carbon allocation and utilization. In: P.C. MILLER (ed.) *Resource use of chaparral and matorral: a comparison of vegetation function in two mediterranean type ecosystems. Mediterranean Type-Ecosystems. Ecological Estudios* **39**: 151-186. Springer-Verlag, Berlín.
- PRIMACK, R.B. (1985) Longevity of individual flowers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **16**: 15-38.
- SPECHT, R.L. & CLIFFORD, H.T. (1991) Plant invasion and soil seed banks: control by water and nutrients. In: GROVES, R. H. & di CASTRI, F. (eds.) *Biogeography of Mediterranean Invasions*: 191-205. Cambridge University Press.

Summary: Mediterranean species v.s. exotic ones: weeds reproductive strategies and relations to their biogeographical origin. After studying the flowering phenology of 40 weeds, a temporal segregation of the flowering time has been found: most of those with mediterranean origin flower during messic months, while exotic group -mainly neotropical- do it during summer months. Statistical analisis showed the major influence of temperature in relation to the monthly rainfall; this influence was stronger on the exotic group. The summer flowering strategy of the latter group may involve consequences on their invading potential. This fact is discussed in relation to the homoclime approach, to the larger distribution range, and finally, to the reduction of competition between exotic-native species.

Keywords: flowering, phenology, invassiveness, Almería, Southeastern Spain.

**VALOR FORRAJERO DE LAS COMUNIDADES DE HERBAZAL NITRÓFILO  
EN EL ALTO VALLE DEL GUADALQUIVIR (JAÉN)**

A. GARCÍA FUENTES, J.A. TORRES, C. SALAZAR, M. MELENDO, E. CANO  
Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias  
Experimentales y de la Salud. Universidad de Jaén.23071-Jaén (España)  
E-mail: agarcia@ujaen.es

Resumen: Hemos realizado un estudio florístico y fitosociológico de las comunidades de herbazal/pastizal nitrófilas asociadas a diferentes cultivos (olivar, cereal, girasol, vid y algodón fundamentalmente) así como en las zonas de baldío del alto valle del Guadalquivir (Jaén). Se ha trabajado con un total de 39 tablas fitosociológicas, formadas por 257 inventarios de campo levantados *in situ*. Posteriormente, sobre estos inventarios se ha realizado una selección de especies forrajeras y a continuación se les han aplicado una serie de fórmulas para tratar de conocer su posible valor como forraje para el ganado. A la vista de los resultados se observa que más de 50% de las fitocenosis tienen algún interés como forraje para diferentes tipos de ganado (equino, ovino, caprino, vacuno, porcino, etc.); si bien, los resultados también demuestran que algunas de estas fitocenosis no son aprovechables como alimento para el ganado.

Palabras clave: Hispalense, aprovechamiento ganadero, fitocenosis, valoración pascícola.

## **INTRODUCCIÓN**

El alto valle del Guadalquivir se localiza en la provincia de Jaén y posee una superficie aproximada de 7.350 Km<sup>2</sup>. Se caracteriza geográficamente por hallarse rodeado de enclaves montañosos como son, al norte Sierra Morena oriental; al sur las estribaciones de las Sierras Subbéticas; al este la serranía de Cazorla; y al oeste continúa el valle hacia las provincias de Córdoba, Sevilla y Huelva.

Biogeográficamente se corresponde con el distrito Hispalense, sector Hispalense de la provincia Bética (RIVAS-MARTÍNEZ et al., 1987).

La geología del territorio se podría resumir en la abundancia de materiales triásicos en su parte más septentrional, formados por areniscas rojas de las cuales derivan unos suelos cercanos a la neutralidad tipo luvisoles crómicos. En su parte central, se compone de materiales del Cuaternario, calizas, margas y

arcillas fundamentalmente. En su parte más meridional, el valle del Guadalquivir posee un predominio de materiales margosos y arcillosos mezclados con elementos gípsicos del Keuper, provocando la existencia de suelos tipo solonchacks órticos en muchos puntos del territorio (AGUILAR et al., 1987).

El estudio bioclimatológico nos indica que el territorio de estudio se halla comprendido entre los pisos bioclimáticos Termomediterráneo superior y Mesomediterráneo inferior (RIVAS-MARTÍNEZ, 1996). El ombrotipo oscila entre el seco y el subhúmedo, con cierto predominio de este último.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración del catálogo florístico y levantamiento de inventarios de las diferentes fitocenosis de herbazal nitrófilo se han realizado diferentes campañas de herborización y muestreo durante los años 1991-1996 en el territorio de estudio. Estas campañas fueron intensificadas en la primavera, coincidiendo con la época de máxima actividad biológica para este tipo de comunidades terofíticas. Para el levantamiento de inventarios e identificación de sintaxones se ha seguido la metodología fitosociológica propuesta inicialmente por BRAUN-BLANQUET (1951) y modificada posteriormente por GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ (1981).

Para las cuestiones nomenclaturales de las comunidades vegetales, hemos seguido el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (BARCKMAN, MORAVEC & RAUSCHERT, 1988). La tipología fitosociológica seguida corresponde a la obra de RIVAS-MARTÍNEZ et al. (1998).

En cuanto a las autorías de las especies vegetales citadas, se ha seguido la nomenclatura utilizada en *Flora Ibérica* (CASTROVIEJO et al., 1986-1998) si se trata de taxones actualmente publicados en dicha obra; en caso contrario se ha seguido la de *Flora Vascular de Andalucía Occidental* (VALDÉS et al., 1987) y en última instancia *Flora Europaea* (TUTIN et al., 1964-1980).

Para el cálculo del valor forrajero hemos utilizado la metodología diseñada por GARCÍA FUENTES Y CANO (1993); y para la selección de taxones con valor forrajero nos hemos basado en los datos obtenidos por consulta directa a los ganaderos y en la revisión bibliográfica existente en la obra anteriormente citada.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se exponen los resultados de las 39 asociaciones fitosociológicas seleccionadas y a las que se les ha aplicado los índices de valor forrajero; representándose en negrita los valores máximos y mínimos para cada columna.

Las comunidades que presentan mayor Bv son las pertenecientes a la clase *Artemisietea vulgaris* (clase que engloba a las comunidades escionitrófilas y nitrófilas de plantas herbáceas, rizomatosas bienales o anuales de gran talla desarrolladas sobre suelos alterados y profundos). La asociación *Onopordetum nervosi* es la de mayor Bv seguida de las asociaciones *Carduo-Silybetum mariani* y *Galio-Conietum maculati*. No obstante, estas asociaciones carecen de interés como forraje por su alta tasa de especies no forrajeras para el ganado (*Onopordetum nervosi* presenta el mayor valor del índice Vnf).

Por el contrario, el mayor valor de Vf lo presenta la asociación *Fedio-Sinapidetum albae*. Ésta es una asociación de herbazales de fenología primaveral temprana, que se instaura a comienzos de la primavera en los olivares, cultivos de cereal, baldíos y linderos sobre suelos margosos y arcillosos de toda la campiña del Guadalquivir de forma muy patente y abundante.

La fitocenosis que presenta mayor diferencia entre el valor forrajero y el valor no forrajero es la asociación *Trifolio-Cynodontetum dacylionis*, debido a que tiene un buen número de especies aprovechables para el ganado y por presentar un índice I'm con valor 0.

Sin embargo, la asociación *Onopordetum nervosi* es la de menor valor pascícola/forrajero por presentar un I<sup>m</sup> alto y un valor Im menor a 1.

Las asociaciones estudiadas se agrupan en alianzas y órdenes. Los órdenes *Solano nigri-Polygonetalia convolvuli*, *Sisymbrietalia officinalis* y *Brometalia rubenti-ectori* son los que engloban mayor número de asociaciones con valor forrajero (Tabla 2). Todos son pertenecientes a la clase *Stellarietea mediae*, que recoge a aquellas comunidades de terófitos y geófitos, nitrófilas y subnitrófilas propias de medios antropozoógenos, obtenidas por nitrificación, abonado, quema y/o deforestación, e incluso por un exceso de pastoreo. Por contra, los órdenes *Carthametalia lanati* y *Glechometalia hederaceae* no presentan ninguna comunidad con interés ganadero.

## CONCLUSIONES

En resumen, de las 39 asociaciones estudiadas, 24 de ellas (61,5 %) poseen valor forrajero y pueden ser aprovechadas como alimento para el ganado. La mayoría de estas asociaciones de herbazal se localizan entre los cultivos de olivar y cereal, dificultando el aprovechamiento *in situ* de estos herbazales por parte de los rebaños caprinos y ovinos o mixtos, puesto que el daño que pueden producir al cultivo es enorme. No obstante, si estas comunidades de herbazales son segadas y empacadas, se pueden transportar hasta un silo de almacenamiento para posteriormente utilizarlas, cuando el ganadero lo considere oportuno, como suplemento para el ganado en épocas desfavorables.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR RUIZ, J.; DELGADO, G.; DELGADO, R.; DELGADO RODRÍGUEZ, M.; FERNÁNDEZ, I.; NOGALES, R.; ORTEGA, E.; PÁRRAGA, J.; SAURA, I.; SIERRA, C.; SIMÓN TORRES, M. (1987). Memoria del Mapa de suelos de la provincia de Jaén (E. 1:200.000). Excma. Diputación Provincial de Jaén.
- BARCKMAN, J.J.; MORAVEC, J.; RAUSCHERT, S. (1988). Código de nomenclatura fitosociológica (traducido por J. Izco y M. J. del Arco-Aguilar). Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis, 4, 9-74.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951). Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Springe-Verlag. Wien.
- CASTROVIEJO, S. & col. (Eds.) (1986-1999). Flora Iberica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vols. I, II, III, IV, V, VI y VIII. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid (España).
- GARCÍA FUENTES, A.; CANO, E. (1993). Fitosociología aplicada al conocimiento de los herbazales: nuevo método para el cálculo del valor forrajero. Ecologia Mediterránea, XIX, 19-28.
- GÉHU, J.M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1981). Notions fondamentales de Phytosociologie. *In* Syntaxonomie, H. Dierschke (red). 6-33. Ber. Internat. Symp. IV. J. Cramer. Germany
- RIVAS MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J. (1997). Syntaxonomical Check-list of the Iberian Peninsula and Balearic and Canary Islands (Spain and Continental Portugal). Phytosociological Research Center. Madrid
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1996). Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, 16.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DÍEZ-GARRETAS, B.; MOLERO, J.; VALLE, F. (1997). Biogeographical synthesis of Andalusia (S. Spain). *Journal of Biogeography*, 24, 915-928.

TUTIN, T.G. & col. (Eds.) (1964-1980). *Flora Europaea*. Vols. I-V. Cambridge University Press.

VALDÉS, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ-GALIANO, E. (1987). *Flora vascular de Andalucía Occidental*. Vol. 1-3. Barcelona (España).

Summary: Fodder Value Of Herbaceous Nitrophyte Communities In The High Valley Of Guadalquivir (Jaén). We have carried out a floristic and phytosociological study on the pastures and weed communities linked to different crops (mainly olive-tree groves, vineyards and cereal, sunflower and cotton crops) and to those uncultivated soils in the High Valley of Guadalquivir (Jaén). This work deals with 39 phytosociological tables comprised by 257 field inventories taken *in situ*. Afterwards, a selection of the fodder species has been made and a series of calculations have been applied in order to determine the possible fodder value for livestock. As a result of this work, more than a 50% of the studied phytocoenoses are interesting from a pasture value point of view for different livestock types (horses, sheeps, goats, cows, pigs, etc.). Nevertheless, several communities are useless for animal feeding.

Keywords: Hispalense, livestock use, phytocoenoses, fodder valuation.

Tabla 1.- Tabla de resultados del valor forrajero (Vf) y valor no forrajero (Vnf) de las asociaciones estudiadas. Leyenda: altura media de la comunidad (hm), cobertura media (Cm), Biovolumen (Bv), índice de especies con valor forrajero (Im), índice de especies con valor no forrajero (I'm).

Asociación	hm	Cm	Bv	Im	I'm	Vf	Vnf	Vf-Vnf
<i>Chenopodio-Polygonetum lapathifolii</i>	0,3	0,7	0,21	2,23	0,25	0,47	0,06	0,408
<i>Xanthio-Polygonetum persicariae</i>	0,25	0,6	0,15	1,79	1,92	0,27	0,29	-0,02
<i>Heliotropio-Paspaleetum paspalodis</i>	0,4	0,8	0,32	2,94	0,86	0,95	0,28	0,67
<i>Trifolio-Cynodontetum dactylionis</i>	0,3	0,7	0,21	3,3	0	0,7	0	0,7
<i>Lolio-Plantaginetum majoris</i>	0,5	0,5	0,25	1,3	0,85	0,33	0,22	0,11
<i>Mentho-Juncetum inflexi</i>	0,45	0,8	0,36	1,45	1,92	0,53	0,69	-0,16
<i>Spergulario-Matricarietum aureae</i>	0,3	0,6	0,18	1,17	1,55	0,21	0,28	-0,07
<i>Eruco-Diploaxidetum erucoidis</i>	0,45	0,75	0,34	2,12	1,17	0,73	0,4	0,33
<i>Heliotropio-Amarantheetum albi</i>	0,35	0,5	0,18	1,54	1,34	0,27	0,24	0,03
<i>Fumario-Veronicetum hederifoliae</i>	0,32	0,5	0,16	2,22	1,92	0,36	0,3	0,06
<i>Fedio-Sinapidetum albae</i>	0,52	0,8	0,42	2,4	1,19	1	0,5	0,5
<i>Resedo-Moricandietum moricandiooidis</i>	0,35	0,6	0,21	1,1	2,08	0,24	0,44	-0,2
<i>Setario-Echinochloetum coloni</i>	0,27	0,5	0,14	2,25	0,2	0,3	0,03	0,27
<i>Roemerio-Hypecoetum penduli</i>	0,22	0,35	0,08	1,42	1	0,1	0,07	0,03
<i>Linario-Galietum tricornuti</i>	0,2	0,6	0,12	1	1,91	0,12	0,23	-0,11
<i>Bupleuro-Ridolfietum segeti</i>	0,35	0,7	0,25	1,15	2,24	0,29	0,55	-0,26
<i>Chenopodietum muralis</i>	0,43	0,65	0,28	2,15	0,8	0,6	0,23	0,37
<i>Lavateretum arboreo-creticae</i>	0,31	0,65	0,2	2,05	0,29	0,41	0,06	0,35
<i>Sisymbrio-Malvetum parviflorae</i>	0,35	0,75	0,27	2,6	1,25	0,69	0,33	0,36
<i>Urtico-Malvetum neglectae</i>	0,36	0,5	0,18	1,76	1,82	0,32	0,33	-0,01
<i>Arenario-Chamaemeletum fuscati</i>	0,28	0,8	0,22	1,09	2,2	0,25	0,5	-0,25
<i>Trifolio-Taeniatheretum caputis-medusae</i>	0,13	0,65	0,09	2,2	1,12	0,19	0,1	0,09
<i>Bromo-Stipetum capensis</i>	0,2	0,75	0,15	2,62	1,17	0,4	0,18	0,22
<i>Aegilopo-Stipetum capensis</i>	0,32	0,7	0,23	2,23	0,87	0,54	0,2	0,34
<i>Convolvulo-Aegilopetum geniculatae</i>	0,22	0,6	0,13	2,12	1,24	0,28	0,17	0,11
<i>Torilido-Scandicetum australis</i>	0,21	0,6	0,13	1,93	1,46	0,25	0,19	0,06
<i>Galactito-Vulpietum geniculatae</i>	0,32	0,6	0,19	1,3	1,67	0,25	0,32	-0,07
<i>Bromo-Hordeetum leporini</i>	0,25	0,8	0,2	2,5	0,9	0,5	0,18	0,32
<i>Anacyclo-Hordeetum leporini</i>	0,29	0,65	0,19	2,13	1,99	0,4	0,38	0,02
<i>Resedo-Chrysanthemetum coronarii</i>	0,37	0,65	0,24	2,94	1,44	0,7	0,35	0,35
<i>Hordeo-Glossopappetum macroti</i>	0,26	0,65	0,17	1,43	1,97	0,25	0,34	-0,09
<i>Papaveri-Diploaxidetum virgatae</i>	0,32	0,75	0,24	2,09	0,98	0,5	0,24	0,26
<i>Hordeo-Brassicetum nigrae</i>	0,31	0,8	0,25	2,23	0,92	0,56	0,23	0,33
<i>Iondrabo-Erucetum vesicariae</i>	0,29	0,65	0,19	1,7	0,98	0,32	0,19	0,13
<i>Galio-Anthriscetum caucalidis</i>	0,11	0,7	0,08	0,78	2,72	0,07	0,22	-0,15
<i>Torilido-Parietarietum mauritanicae</i>	0,16	0,81	0,13	0,62	2,88	0,08	0,38	-0,3
<i>Galio-Conietum maculati</i>	0,63	0,75	0,48	1,66	2,22	0,79	1,07	-0,28
<i>Carduo-Silybetum mariani</i>	0,48	0,65	0,32	0,94	2,27	0,3	0,73	-0,43
<i>Onopordetum nervosi</i>	0,83	0,8	0,67	0,9	2,3	0,6	1,54	-0,94

Tabla 2.- Resultados obtenidos realizados sobre los órdenes fitosociológicos a los que pertenecen las diferentes asociaciones estudiadas.

Órdenes	Asociaciones con $V_f > V_{nf}$	Asociaciones con $V_f \leq V_{nf}$
<i>Bidentetalia</i>	1	1
<i>Plantaginetalia</i>	3	2
<i>Solano-Polygonetalia</i>	5	1
<i>Secalietalia</i>	1	2
<i>Chenopodietalia</i>	3	1
<i>Sisymbrietalia</i>	6	2
<i>Brometalia</i>	5	1
<i>Geranio-Cardaminetalia</i>	0	2
<i>Carthametalia</i>	0	2
<i>Glechometalia</i>	0	1

**FLORA ARVENSE Y RUDERAL DEL PARQUE NATURAL DE LAS SIERRAS DE CARDEÑA Y MONTORO (SIERRA MORENA, CÓRDOBA)**

M. MELENDO, C. SALAZAR, A. GARCÍA, J.A. TORRES y E. CANO  
Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de  
Ciencias Experimentales. Campus Las Lagunillas, s/n. 23071 Jaén.

Resumen: Se analiza la flora arvensis y ruderal del Parque Natural de las Sierras de Cardena y Montoro y se compara con el conjunto de su flora. También se aportan datos sobre las especies más abundantes, sus preferencias ecológicas y posible nocividad en áreas cultivadas.

Palabras clave: Análisis florístico, Corología, Formas biológicas.

## **INTRODUCCIÓN**

El Parque Natural de las Sierras de Cardena y Montoro, con una superficie de 41.245 Ha, puede considerarse representativo de Sierra Morena oriental en cuanto a tipos de suelos, vegetación y cultivos. Presenta dos unidades de relieve claramente diferenciadas: la zona central es una penillanura adhesionada con una altitud media cercana a los 750 m que se corresponde con el extremo oriental de la Comarca de los Pedroches, mientras que las zonas periféricas están surcadas por numerosos barrancos y cubiertas en su mayor parte por jarales, madroñales, encinares y alcornoques. Los sustratos litológicos dominantes son granitos y pizarras, a partir de los cuales se han originado suelos ácidos y pobres en nutrientes que hacen del Parque Natural en su conjunto un territorio poco apto para la agricultura. No obstante, existen tres tipos de cultivos: cereales en las dehesas, olivares en el sur aprovechando la influencia térmica del valle del Guadalquivir y la presencia de suelos más fértiles procedentes de areniscas triásicas y pequeñas huertas y regadíos junto a las zonas habitadas.

En los trabajos botánicos recientes es cada vez más frecuente completar el catálogo florístico de un territorio con un análisis desde distintos puntos de vista, lo que aportará información sobre su diversidad, rareza y singularidad. La mayoría de estos trabajos se ocupan de la totalidad de la flora de un territorio, en tanto que otros lo hacen exclusivamente de la flora arvensis (PUJADAS & HERNÁNDEZ, 1988; RICO *et al.*, 1991; PASTOR *et al.*, 1992). El objetivo de este trabajo es comparar la flora de aptitud ruderal-arvensis con el conjunto de la flora del territorio a través del análisis de los respectivos espectros biológicos y corológicos, así como del desglose de las familias representadas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio está basado en el catálogo florístico elaborado por MELENDO & CANO (1998), el cual consta de 905 táxones (especies y subespecies) de los que 24 corresponden a plantas cultivadas que no han llegado a naturalizarse. Excluyendo a éstos resta un conjunto de 881 táxones que consideramos como catálogo base y al cual se refieren todos los análisis y conclusiones posteriores. En la determinación de los táxones se ha utilizado sobre todo las siguientes obras: Flora iberica vols. I-VI y VIII (CASTROVIEJO *et al.* eds., 1986-1998) y Flora Vascular de Andalucía Occidental (VALDÉS *et al.* eds., 1987), así como numerosas monografías que tratan grupos taxonómicos más reducidos. Para la corología de los táxones se ha tenido en cuenta lo expresado en las obras anteriores y en MEUSEL *et al.* (1965). El análisis de las formas biológicas está basado en el sistema clásico de RAUNKIAER (1934).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 51,4% de la flora del Parque Natural (453 táxones) tienen aptitudes ruderales o arvenses. En la tabla 1 se indican las familias con mayor número de táxones. Las familias mejor representadas en ambos casos son las mismas: compuestas, leguminosas, gramíneas, cariofiláceas, crucíferas y umbelíferas. Sin embargo, algunas familias con relativa importancia en la flora global apenas están presentes en comunidades de carácter ruderal-arvense: labiadas, ranunculáceas, rosáceas, cistáceas, liliáceas, juncáceas, etc., mientras que otras como poligonáceas, malváceas, papaveráceas, amarantáceas, geraniáceas y fumariáceas están ligadas de forma completa o mayoritaria a dichas comunidades.

Las especies más abundantes en los cultivos de olivar varían en función del sustrato geológico y del tipo de tratamiento que recibe el olivar. En los pocos olivares que existen sobre pizarras son muy abundantes los pequeños terófitos de apetencias oligótrofas (*Brachypodium distachyon*, *Rumex bucephalophorus*, *Tolpis barbata*, *Trifolium arvense*, *Vulpia myuros*, *Petrorhagia nanteuilii*, etc.), mientras que en los olivares sobre areniscas y conglomerados resultan frecuentes otras de mayores exigencias y biomasa (*Convolvulus althaeoides*, *Fumaria officinalis*, *Hypericum perforatum*, *Raphanus raphanistrum*, etc.). No obstante, las principales especies en ambos casos dependen sobre todo del tipo de tratamiento: sobre suelos no arados dominan algunos géneros de gramíneas (*Bromus*, *Hordeum*, *Aegilops*), mientras que en los suelos arados predominan diversas especies de compuestas (*Coleostephus myconis*, *Chrysanthemum segetum*, *Calendula arvensis*, *Anthemis arvensis* y *Chamaemelum mixtum*). Las especies más nocivas en estos medios por su difícil erradicación son *Cynodon dactylon*, *Arisarum simorrhinum*, *Oxalis pes-caprae* y *Sorghum halepense*.

En cultivos cerealistas de las dehesas sólo *Agrostemma githago* y *Linaria spartea* llegan a ser abundantes, aunque aparecen muchas especies características de los pastizales oligotróficos de *Helianthemetea guttata* (*Leontodon longirostris*, *Ornithopus compressus*, *Trifolium glomeratum*, *T. campestre*, *Xolantha guttata*, *Hypochaeris glabra*, etc.), que en estos medios se comportan como malas hierbas. En las huertas y regadíos predominan *Echinochloa crus-galli*, *Paspalum paspalodes*, *Poa annua*, *Cynodon dactylon*, *Polypogon maritimus*, *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum* y diversas especies de los géneros *Amaranthus*, *Rumex*, *Chenopodium* y *Malva*. De entre la flora ruderal-arvense podemos destacar dos especies como invasoras de otros hábitats más estructurados: *Senecio jacobaea* y *Oxalis pes-caprae*, ambas en expansión.

La tabla 2 muestra el espectro de forma biológicas. Los terófitos tienen mucha mayor presencia en la flora ruderal y arvense (74,0%) que en la flora total (52,1%), debido a su alto poder colonizador. El porcentaje de hemicriptófitos en ambos casos es muy parecido, lo cual está relacionado con las altas precipitaciones que se registran en la zona (de 600 a 1000 mm).

Los resultados obtenidos sobre el espectro corológico se muestran en la tabla 3. El elemento florístico mayoritario en ambos casos es el mediterráneo, destacando en la flora arvense y ruderal el subelemento eurimediterráneo, que está constituido por especies de mayor valencia ecológica; el porcentaje de los demás subelementos disminuye y lo hace tanto más cuanto menor es su área de distribución. El elemento de influencia europea, relegado a zonas húmedas, también disminuye; en cambio aumenta la proporción de especies alóctonas y de amplia distribución, sobre todo las pertenecientes a los subelementos subcosmopolita y paleotemplado. Algunas especies paleosubtropicales como *Sorghum halepense* y *Phalaris minor* son relativamente recientes en la zona. Otro caso interesante es el de *Glinus lotoides*,

elemento pantropical conocido aquí desde hace tiempo pero últimamente en expansión por la construcción de embalses y pantanos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de un proyecto subvencionado por la Fundación Caja Madrid mediante una beca doctoral a uno de los autores.

## BIBLIOGRAFÍA

- CASTROVIEJO, S. *et al.* [eds.] (1986-1998). *Flora Ibérica. Vols. I-VI y VIII.* Real Jardín Botánico-C.S.I.C. Madrid.
- MELENDO, M.; CANO, E. (1998). *Flora del Parque Natural de las Sierras de Cardeña y Montoro.* Serv. Publ. Univ. Jaén. 218 pp. Jaén.
- MEUSEL, H.; JÄGER, E.; WEINERT, E. (1965). *Wergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora.* Ed. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- PASTOR, A.; RICO, E.; VELASCO, J.M. (1992). Comparación de la flora arvense con la de otros medios en una zona de la provincia de Salamanca. Congreso 1992 de la SEMh. Lleida. 83-88.
- PUJADAS SALVÁ, A.; HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E. (1988). Floristic composition and agricultural importance of weeds in southern Spain. *Weed Research*, 28, 175-180.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography.* Oxford University Press.
- RICO, E.; VELASCO, J.M.; PASTOR, A.; CARRICAJÓ, C. (1991). Análisis de la flora arvense en cultivos de regadío del sudoeste de Castilla y León. Congreso 1991 de la SEMh. Córdoba. 146-151.
- VALDÉS, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ GALIANO, E. [eds.] (1987). *Flora Vascular de Andalucía Occidental -3 vols-*. Ketres Editora S.A. Barcelona.

Summary: Weeds of the Natural Park of Cardeña and Montoro ranges (Sierra Morena, Córdoba). In this paper, an analysis on the weeds composition of Natural Park of Cardeña and Montoro ranges is made, carrying out a comparison with the whole Flora of this territory. We also contribute with data on the most abundant species, their ecological preferences and the possible harmful results in cultivated areas.

Keywords: Floristic analysis, Biogeography, Biologic types

DICOTILEDÓNEAS					
	FT	FAR		FT	FAR
Asteraceae	91	74	Crassulaceae	12	3
Fabaceae	91	64	Geraniaceae	12	10
Caryophyllaceae	45	27	Euphorbiaceae	11	8
Brassicaceae	35	26	Fumariaceae	10	9
Apiaceae	34	23	Malvaceae	7	7
Scrophulariaceae	33	16	Papaveraceae	7	7
Lamiaceae	27	8	Amaranthaceae	6	6
Ranunculaceae	21	5	Plantaginaceae	6	5
Rosaceae	17	4	Valerianaceae	6	5
Boraginaceae	15	9	Solanaceae	5	4
Rubiaceae	15	8	Linaceae	5	4
Polygonaceae	14	11	Chenopodiaceae	4	4
Cistaceae	13	0	Urticaceae	4	4

MONOCOTILEDÓNEAS					
	FT	FAR		FT	FAR
Poaceae	93	50	Cyperaceae	13	0
Liliaceae	23	6	Orchidaceae	12	5
Juncaceae	14	0	Iridaceae	7	3

Tabla 1. Familia con mayor número de los taxones en el Parque Natural. FT: Flora total. FAR: Flora arvense y ruderal.

	Fanerófitos	Caméfitos	Hemicriptófitos	Geófitos	Hidrófitos	Terófitos
FT	9.2	5.9	20.2	8.5	4.1	52.1
FAR	0	1.8	18.8	5.5	0	74.0

Tabla 2. Espectro de formas biológicas (%) del Parque Natural. FT: Flora total. FAR: Flora arvense y ruderal.

	FT	FAR		FT	FAR
Elemento mediterráneo					
Eurimediterráneo	32.2	40.2	Iberonorteafricano	7.8	7.3
Estenomediterráneo	6.9	6.2	Endemismo Ibérico	5.4	1.5
Mediterráneo occidental	9.6	7.5	End. Luso-Extremadurensis	0.8	0.0
Elemento de influencia europea					
Eurimedioeuropeo	6.7	2.0	Euroasiático	2.3	2.0
Elemento de amplia distribución					
Cosmopolita	2.0	2.4	Paleotemplado	7.3	8.8
Subcosmopolita	9.5	11.3	Paleo subtropical	0.9	0.7
Holártico	2.6	2.2	Pantropical	0.2	0.2
Elemento alóctono	3.7	5.1	Otros	1.8	2.6

Tabla 3. Espectro corológico (%) del Parque Natural. FT: Flora total. FAR: Flora arvense y ruderal.

**VARIACIÓN ANUAL DE LAS COMUNIDADES DE PLANTAS  
ESPONTÁNEAS QUE COLONIZAN LOS BIÓTOPOS URBANOS DEL SO DE  
MADRID**

R. GÓMEZ ROSA

Dpto. de Biología Vegetal I (Botánica). Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad  
Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid

Resumen: Se estudia la variación anual de las comunidades vegetales que se desarrollan espontáneamente en los biótotos urbanos del SO de la ciudad de Madrid. En todos ellos se observa una clara disminución estival en el porcentaje de táxones presentes, provocada por la sequía estival, excepto en las “praderas” de regadío, que sucede lo contrario y en los “jardines” que presentan sólo un ligero descenso. La floración es esencialmente primaveral con un máximo absoluto en los meses de abril o mayo, salvo en los “edificios”, que se adelanta y en las “praderas”, que se retrasa. En ciertos biótotos, sometidos a fuerte presión humana, durante todo el año se observan poblaciones de diversas especies en flor.

Palabras clave: biótoto urbano, fenología, Madrid.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, aproximadamente la mitad de la población mundial es urbana, y el proceso de urbanización continúa creando más y mayores ciudades situándose sobre áreas antes ocupadas por cultivos o por la vegetación autóctona de la zona.

Numerosos factores difieren del medio rural y de otros medios no urbanizados. En lo que respecta al clima, las condiciones climáticas de la ciudad difieren básicamente del clima general de la región en lo siguiente: es más cálida que las zonas no urbanas circundantes, fenómeno denominado como “isla de calor urbana”; repercute sobre las heladas, retardando la fecha de las otoñales y acortando las de primavera; el grado de humedad atmosférico de las ciudades es menor y la nubosidad urbana es mayor (LÓPEZ GÓMEZ et al., 1993).

La acumulación de escombros, los movimientos de tierra a gran escala y la construcción masiva de edificios ha modificado profundamente las características originales del suelo. La actividad humana también provoca la eutrofización y acumulación de contaminantes, así como una mayor compresión del suelo.

Estas particulares condiciones ambientales pueden modificar los comportamientos de los seres vivos que habitan en ellas; por ejemplo, la "isla térmica urbana" favorece el establecimiento de especies xerotérmicas y las variaciones en la temperatura pueden alterar el periodo de floración de diversas especies. (SUKOPP et al., 1989 a).

La estructura heterogénea del espacio en la ciudad hace que en su interior se cree un variado mosaico de ambientes. Hemos estudiado las comunidades vegetales que se desarrollan espontáneamente a lo largo de un año en los diferentes biótotos urbanos observando la variación anual de las especies que en ellos progresan, detalle que puede proporcionarnos datos relativos a la fenología de estas plantas en un ecosistema urbano.

Con este trabajo pretendemos aportar datos sobre la biología de plantas generalmente consideradas malas hierbas de cultivo que demuestran una gran capacidad para sobrevivir en medios muy alterados, pero que pueden ser beneficiosas a la hora de planificar trabajos para iniciar la recuperación de áreas degradadas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en el SO del área metropolitana de Madrid, correspondiente con los barrios administrativos de Aluche y parcialmente de Carabanchel.

Sobre esta zona, hemos localizado los diferentes ambientes en los que se desarrollan las plantas de forma espontánea. Nos han servido de orientación los descritos por SUKOPP et al. (1989, b) en ciudades centroeuropeas, y GILBERT (1991), en ciudades del Reino Unido. PÉREZ GRIJALBO (1995) también localiza los diferentes ambientes urbanos de Zaragoza y estudia su flora asociada.

Los biótotos a los que nos referiremos son: En la zona de edificación concentrada: "edificios" (tejados y azoteas), "zonas pavimentadas" (calles, plazas, etc.), "jardines" (jardines privados), "zonas grises" (pequeños espacios entre las calles, plazas y jardines, con suelo compactado, usados como zonas de paso o de juego). Dentro de las zonas verdes públicas: "praderas" (céspedes), "zonas arboladas" (espacios abiertos, en parques públicos de reciente formación, sólo cuentan con una plantación de árboles ornamentales y un mantenimiento de jardinería básico, sin riego), "caminos", "zonas de juegos" (áreas destinados a juegos, sustrato de tierra compactada). Con localización diversa: "solares"; "vías de comunicación" (autovías, vías de ferrocarril y zonas adyacentes) y "escombreras".

Se han dispuesto al azar 3 parcelas de 0.64 m<sup>2</sup> en cada biótoto (32 en total), excepto en el biótoto "escombreras", donde una quedó enterrada bajo los escombros en el cuarto mes de toma de datos. Se han hecho inventarios mensuales de enero a diciembre de 1995 anotando en cada visita las especies presentes en cada parcela y si se encontraban en estado de plántula, ya establecidas o en flor. El nº de táxones de cada biótoto se ha obtenido a partir de los datos de sus parcelas integrantes. La presencia o ausencia del taxon en un biótoto (referido al estado vegetativo o al de floración) significa lo siguiente: si está presente en un biótoto quiere decir que se ha observado al menos un ejemplar en cualquiera de las parcelas de ese biótoto, y si no, es que no está presente en ninguna de las parcelas.

Se han considerado todas aquellas plantas no cultivadas que han superado el estado de plántula y se han establecido, aunque no hayan florecido. Para facilitar la posterior determinación taxonómica de estas últimas, se cultivó un elevado número de especies.

Para la determinación taxonómica del material vegetal, las obras empleadas han sido: CASTROVIEJO & al. (1986-1997), BOLÓS & al. (1984-1995), TUTIN & al. (1964-1980), así como monografías de ciertos géneros para la Península Ibérica; para las plántulas, básicamente: BUENDÍA LÁZARO (1966), CHANCELLOR (1964), MAMAROT (1996).

## RESULTADOS

Se ha encontrado un total de 123 especies en el conjunto de inventarios, distribuidas según la tabla 1. En las fig. 1 a fig. 6 aparece el porcentaje mensual de especies que vegetan y florecen en cada biótomo y los datos climáticos de 1995.

Para cuantificar la variación anual del porcentaje de poblaciones presentes en cada biótomo se ha empleado el *coeficiente de variación* ( $V=100 \sigma / \bar{X} \%$ ), que mide la relación entre la *desviación tipo* ( $\sigma$ ) y la *media* ( $\bar{X}$ ), expresado en forma de porcentaje. Este índice de dispersión relativo nos permitirá comparar la dispersión de varias distribuciones, en este caso de varios biótopos (tabla 1).

Posteriormente, se han agrupado en las figs. 1 y 4 los que presentan mayor variación, en las figs. 3 y 6 los que presentan la menor y en las figs. 2 y 5 los de variación anual intermedia.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las especies más frecuentes son *Hordeum murinum* L. ssp. *leporinum* (Link) Arcang., que se encuentran en todos los biótopos excepto en “edificios”. *Crepis bursifolia* L., *Rostraria cristata* (L.) Tzuev. y *Senecio vulgaris* L. aparecen en 9 sobre 11 biótopos.

La tendencia general, es que las plantas se desarrollen mayoritariamente en los meses de otoño a primavera pasando la época de sequía estival en forma latente. Este bache estival está muy acentuado en los biótopos donde su único aporte de agua es la lluvia y las perturbaciones por actividad humana directa son poco frecuentes (fig. 1). Con el inicio de las precipitaciones otoñales aumenta notablemente el porcentaje de táxones presentes, debido a la germinación masiva de anuales. En “edificios”, este bache es mucho más acentuado pues la falta de suelo y la imposibilidad para acumular agua, hace que sólo permanezca en la época más cálida y seca *Sedum album* L., planta crasa adaptada a ambientes xéricos.

En la figura 2, (biótopos sometidos a frecuentes perturbaciones, en especial el pisoteo: “zonas pavimentadas”, “zonas grises”, “caminos”, “zonas de juegos”) presentan una variación anual menos marcada.

En los meses de verano subsiste un escaso porcentaje de especies, en su mayoría perennes que permanecen activas en esta época o anuales de desarrollo estival como *Amaranthus hybridus* L., *A. retroflexus* L., *A. albus* S. Watson, *Portulaca oleracea* L., en su mayoría de amplia distribución o naturalizadas originarias de zonas cálidas.

En “jardines” y “praderas”(fig. 3) la variación anual es mínima. En las praderas, donde el agua no es un factor limitante se da el proceso inverso, en los meses de verano y principio de otoño, vegetan el máximo de especies: durante todo el año, conviven con el césped ornamental perennes adaptadas a la siega periódica como *Crepis bursifolia* L. y *Taraxacum officinale* Weber in Wiggers., en los meses más cálidos se instalan especies anuales de rápido crecimiento como *Portulaca oleracea* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., o *Amaranthus blitoides* S. Watson que en un máximo de dos meses pueden competir activamente con el césped estableciéndose y fructificando entre dos turnos de siega.

El máximo de floración (figs. 4, 5 y 6) se produce en abril y mayo, un mes después que lo observado en la ciudad de Sevilla (ROMERO ZARCO, 1990), circunstancia que puede deberse a la localización más septentrional de la ciudad de Madrid. Existen dos excepciones: en “edificios” se adelanta dos meses (fig. 4); y en “praderas” se retrasa dos meses (fig. 6). No obstante, se observa un segundo máximo relativo de floración (excepto en “edificios” y en “v. de comunicación”). Ocurre en los meses de julio y agosto, cuando se produce por la floración de aquellas especies que se desarrollan en verano; exceptuando en las “zonas pavimentadas” (octubre) y en las “praderas”(septiembre).

En los biótopos como “jardines”, “zonas pavimentadas”, praderas, “caminos” y “z. de juego” (figs. 5 y 6) sometidos a una fuerte presión humana (pisoteo o usos de jardinería) existen plantas en flor todo el año, destacan *Poa annua* L. en “praderas” y *Stellaria media* (L.) Vill. en “jardines” que florecen durante todo el año, mientras que en otros biótopos no.

A modo de resumen, se ha observado en medio urbano estudiado, que aquellos biótopos con menor presión humana directa, presentan comunidades vegetales con un desarrollo anual más relacionado con las condiciones climáticas, especialmente con la precipitación, mostrando una fuerte disminución estival del porcentaje de especies que vegetan. Aquellos con fuerte perturbación, sobre todo pisoteo, manifiestan una moderada disminución en los meses de verano. Finalmente, este porcentaje apenas varía a lo largo del año en las áreas sometidas a usos de jardinería con serias perturbaciones como siega, arado, etc. pero con pero sin estrés hídrico estival gracias el riego.

En lo que respecta la floración, se advierten dos picos de floración, uno primaveral y otro estival menor. En la mayoría de los biótopos sometidos a mayor presión humana encuentran especies en flor a lo largo de todo el año.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOLÒS, O. & J. VIGO (1984-1995). Flora dels Països Catalans. Vol. I-III. Barcino. Barcelona
- BUENDÍA LÁZARO, F. (1966). Semillas y plántulas de leguminosas pratenses españolas. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- CASTROVIEJO, S. et al. (eds.) (1986-1997). Flora Ibérica, vols. I-V y VIII. Real Jardín Botánico de Madrid (CSIC). Madrid.
- CHANCELLOR, R. J. (1964). Identificación de plántulas de malas hierbas. Acribia. Zaragoza.
- GILBERT, O. L. (1991). The ecology of urban habitats. Chapman & Hall. Cambridge
- LÓPEZ GÓMEZ, A.; J. LÓPEZ GÓMEZ; F. FERNÁNDEZ GARCÍA & A. MORENO JIMÉNEZ (1993). El clima urbano. Teledetección de la isla de calor en Madrid. Centro de Publicaciones del M.O.P.T. Madrid.
- MAMAROT, J. (1996). Mauvaises herbes des cultures. París.
- PÉREZ GRIJALBO, J.P. (1995). Flora Urbana de Zaragoza. Quercus 109: 16-18. Madrid.
- ROMERO ZARCO, C. (1990). Introducción a la botánica callejera. Quercus 52: 20-25. Madrid.
- SUKOPP, H. & P. WERNER (1989, a). Desarrollo de flora y fauna en áreas urbanas. Monografías del M.O.P.U. Centro de Publicaciones del M.O.P.U. Madrid.
- SUKOPP, H. & P. WERNER (1989, b). Naturaleza en las ciudades. Monografías del M.O.P.U. Centro de Publicaciones del M.O.P.U. Madrid.
- TUTIN, T.G. et al (eds.) (1964-1980). Flora Europaea, 5 vols. Cambridge University Press. Cambridge

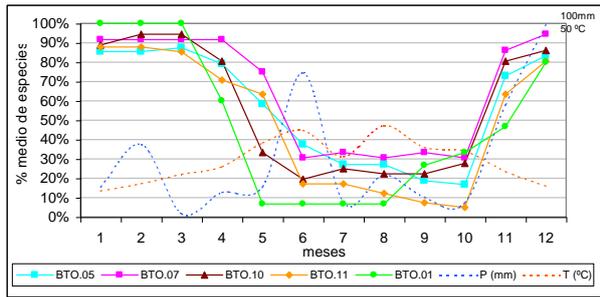
Summary: Variation of populations of plants grown spontaneously in the different urban habitats localize in the sw of the city of Madrid. The percent of taxons growing actively decrease clearly in all the habitats in summer, evoked by the drought. The opposite occurs in the irrigable meadows. The flowering is reached mainly in the spring season. The peak (absolute maxim) is observed in April and May. Otherwise, the flowering advance in the bildings and retard in the meadows. In the habitats which suffer a strong human pressure are

observed a diversity of populations of flowered specimens through the year.

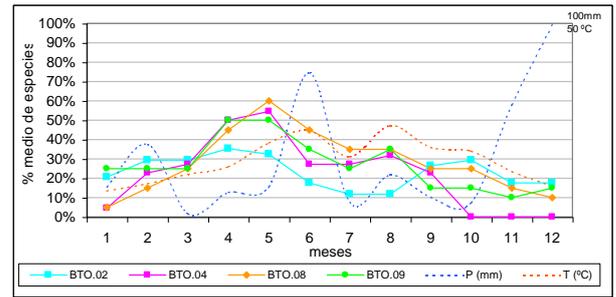
Key words: urban habitat, phenology, Madrid.

Biótopo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Nº de especies	15	34	39	22	48	14	36	20	20	36	41
V	82%	26%	10%	25%	51%	17%	46%	20%	35%	59%	70%

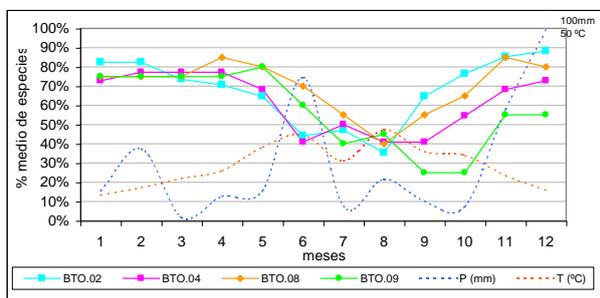
Tabla 1. Nº de especies y coeficiente de variación (V) de cada biótopo. La leyenda de los biótopos es la siguiente: 01: “edificios”; 02: “zonas pavimentadas”, 03: “jardines”; 04: “zonas grises”; 05: “solares”; 06: “praderas”; 07: “zonas arboladas”; 08: “caminos”; 09: “zonas de juegos”; 10: “vías de comunicación” y 11: “escombreras”.



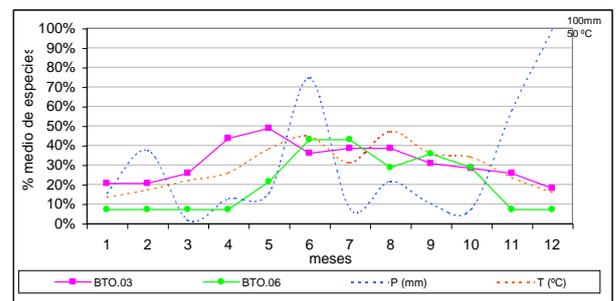
**Figura 1.** Variación anual del % de sp. que vegetan y clima. **BTO. 01:** “edificios”; **BTO. 05:** “solares”; **BTO. 07:** “zonas arboladas”; **BTO. 10:** “vías de comunicación” y **BTO. 11:** “escombreras”.



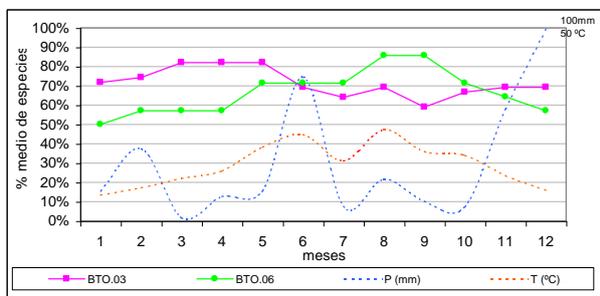
**Figura 5.** Variación anual del % de sp. que florecen y clima. **BTO. 02:** “zonas pavimentadas”; **BTO. 04:** “zonas grises”; **BTO. 08:** “caminos”; **09:** “zonas de juegos”.



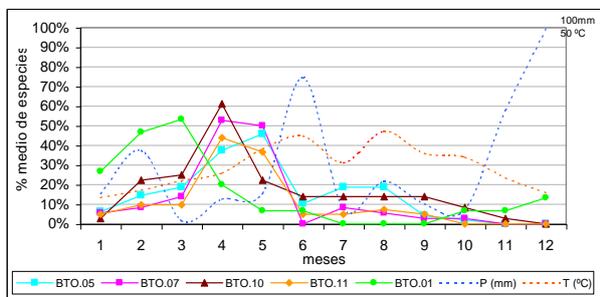
**Figura 2.** Variación anual del % de sp. que vegetan y clima. **BTO. 02:** “zonas pavimentadas”; **BTO. 04:** “zonas grises”; **BTO. 08:** “caminos”; **09:** “zonas de juegos”.



**Figura 6.** Variación anual del % de sp. que florecen y clima. **BTO. 03:** “jardines”; **BTO. 06:** “praderas”.



**Figura 3.** Variación anual del % de sp. que vegetan y clima. **BTO. 03:** “jardines”; **BTO. 06:** “praderas”.



**Figura 4.** Variación anual del % de sp. que florecen y clima. **BTO. 01:** “edificios”; **BTO. 05:** “solares”; **BTO. 07:** “zonas arboladas”; **BTO. 10:** “vías de comunicación” y **BTO. 11:** “escombreras”.

**Figuras 1 a 6:** En todas ellas se presentan los datos de precipitación, **P(mm)**, y temperatura, **T(°C)**, para 1995 del Servicio Meteorológico Nacional, correspondientes al observatorio meteorológico de Aluche (Madrid), inmerso en la zona de estudio. En el mes de junio se observa un fuerte incremento de la precipitación, 74,5 mm de los que 62 mm corresponden a una tormenta que descargó esa cantidad en un solo día, por lo que no se puede pensar en un mes con una distribución elevada y regular de la precipitación.

# **BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LAS MALAS HIERBAS**

## **ESTIMACION DEL TAMAÑO CRÍTICO Y VELOCIDAD DE EXPANSIÓN DE LOS RODALES DE MALAS HIERBAS**

J.L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR\*, M. SAAVEDRA\*\*

\* Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Apdo.4084, 14080 Córdoba  
\*\* Dpto. Protección Vegetal, CIFA, Alameda del Obispo s/n, 14005 Córdoba

Resumen: En este trabajo presentamos un modelo matemático en integrodiferencias para estimar el tamaño crítico y velocidad de expansión de los rodales de malas hierbas. Como ilustración se aplica dicho modelo a cuatro malas hierbas (*Hordeum* sp., *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus*, y *Bromus madritensis*) que presentan una dispersión Gaussiana y un crecimiento logístico.

Palabras claves: Dispersión, dinámica espacial, tamaño crítico, modelo integrodiferencias, rodal

### **INTRODUCCIÓN**

La importancia de la dispersión de semillas de malas hierbas ha sido reconocida desde hace mucho tiempo por los malherbólogos (Muenscher, 1935). Factores bióticos y abióticos pueden afectar la dispersión de semillas (Thill & Mallory-Smith 1997). Incluso, algunos autores (Ghersa & Roush, 1993) han señalado la posibilidad de que la dispersión deba ser el factor clave a estudiar en lugar de la competencia. La dispersión espacial de las malas hierbas no es uniforme, sino que bien presenta agregamientos en diversas partes del campo agrícola. Ello da lugar a la presencia de rodales de malas hierbas más o menos estables en el tiempo (González-Andújar & Perry, 1995).

La persistencia de los rodales es un tema de reciente interés en Malherbología (Wilson & Brain, 1991, Gerhards et al., 1997) por sus repercusiones entre otras cosas en el desarrollo de la agricultura de precisión para el control de las malas hierbas. Un concepto que puede ser de relevancia en la cuantificación del rodal es el tamaño crítico de la mancha o rodal poblacional que se puede definir como el tamaño mínimo que debe tener un hábitat para permitir la persistencia de una población. Ligado al tamaño crítico del rodal tenemos la velocidad de expansión que nos va a indicar a qué velocidad una especie coloniza nuevas áreas.

En este trabajo presentamos una metodología para el establecimiento del tamaño crítico de rodales así como su velocidad de expansión utilizando datos de cuatro especies de malas hierbas.

### **EL MODELO**

Para especie con crecimiento anual, como es el caso de las gramíneas, la dinámica de rodales puede ser modelizada utilizando ecuaciones en integro-diferencias (Kot, 1992). Este tipo de modelo puede integrar dispersión continua con reproducción discreta por lo que es adecuado para modelizar la dinámica poblaciones espaciales de malas hierbas anuales. Básicamente este tipo de ecuaciones están formadas por dos partes: una que representa el modelo de dispersión ( $K(x,y)$ ) de la especie y otra que representa el modelo de su crecimiento biológico ( $f[N_t(y)]$ ). Dicho modelo se puede expresar matemáticamente como:

$$N_{t+1}(x) = \int_{-L/2}^{L/2} K(x, y) f[N_t(y)] dy$$

Donde  $N_{t+1}(x)$  representa la densidad de la población en la posición  $x$  en el tiempo  $t+1$ ,  $N_t(y)$  representa la densidad de la población en la posición  $y$ .  $K(x,y)$  es la probabilidad de que la población disperse desde la posición  $x$  a la  $y$ .  $f[N_t(y)]$  es la función de crecimiento de la población y  $L$  representa el tamaño del hábitat.

En nuestro caso suponemos que el modelo de dispersión ( $K(x,y)$ ) sigue una distribución Normal (Gaussiana) y que el modelo de crecimiento de la población ( $f[N_t(y)]$ ) es logístico. Bajo esas dos condiciones el modelo vendría expresado por,

$$N_{t+1}(x) = \frac{\lambda}{\sqrt{D\pi}} \int_{-L/2}^{L/2} \exp\left[-\frac{(x-y)^2}{D}\right] N_t(y) \left[1 - \frac{N_t(y)}{k}\right] dy$$

,  $\lambda$  es la tasa reproductiva de la población,  $k$  es la población máxima que podría soportar el rodal y  $D$  es dos veces la varianza de la distribución Normal. Estableciendo una posible forma aproximada del rodal, por ejemplo circular, se puede establecer analíticamente (ver por ejemplo Kot, 1992) que el área crítica (AC) del rodal vendrá dado por

$$AC = \pi\sqrt{D/\lambda}$$

y la velocidad ( $V$ ) de expansión del rodal vendrá dada por (Kot, 1992):

$$V = \sqrt{D \log_e \lambda}$$

## PARAMETRIZACIÓN DEL MODELO

En la estimación de los parámetros del modelo se utilizaron datos (no publicados) sobre la demografía y la dispersión de cuatro especies de malas hierbas (*Hordeum sp.*, *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus*, y *Bromus madritensis*) recolectados en los años 1995 y 1996 en la localidad de Cabra (Córdoba). En todos los casos la dispersión natural de las especies alrededor de la planta madre se ajusto bien a una distribución Normal lo que nos permitió establecer el valor del parámetro  $D$  definido con anterioridad. La tasa de crecimiento de la población  $\lambda$ , fue establecida mediante el cociente de las densidades de poblaciones en los años 1995 y 1996.

$$\lambda = N_{1996}/N_{1995}$$

El cálculo anterior de  $\lambda$  es suficiente como un ejemplo para presentar esta metodología para una estimación más precisa de su valor sería necesario contar con un mayor número de años con lo que la estimación de  $\lambda$  sería un poco mas complicada (Fernandez-Quintanilla et al. 1986).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Nuestro objetivo en este trabajo no ha sido dar unos datos exactos sobre el tamaño crítico o tasa de expansión de unas malas hierbas. Sino mas bien presentar una metodología que nos puede permitir establecer dicha información de una forma relativamente sencilla. Es obvio, que variando los modelos de dispersión y de crecimiento cambiaría los resultados obtenidos. Sin embargo los modelos considerados aquí: dispersión con distribución Normal y crecimiento logístico son modelos razonables y han sido encontrados en algunas malas hierbas. Por ejemplo, el jopo, *Orobanche crenata*, presenta un crecimiento logístico en el tiempo (Lopez-Granados, García-Torres, 1997). Rew y Cussans (1997) encuentran que la distribución Normal modeliza adecuadamente la dispersión de las malas hierbas alrededor de la planta madre. Sin embargo es necesario un mayor esfuerzo investigador especialmente en el tema de dispersión de semillas de malas hierbas.

Con respecto a los resultados obtenidos en esta ilustración, podemos observar en la Tabla 1 una gran diferencia tanto en el tamaño crítico del rodal como en la velocidad de expansión. Basándonos en dichos datos podemos hablar de unas especies mas "agresivas" como son *Bromus spp.* y *Hordeum* y de otra bastante menos agresiva como es *Lolium*. Sin embargo mirando al tamaño mínimo del rodal podemos ver que es *Lolium* quien necesita menor área para su persistencia. Tanto persistencia como velocidad de expansión o contracción podrían ser afectadas por las diferentes técnicas de manejo de las malas hierbas.

## BIBLIOGRAFÍA

- FERNANDEZ-QUINTANILLA,C; NAVARRETE,L; GONZALEZ-ANDÚJAR, JL; FERNANDEZ, A , SANCHEZ,MJ (1986).Seedling recruitment and age-specific survivorship and reproduction in populations of *Avena sterilis ssp. Ludoviciana* *Journal of Applied Ecology*, 23:945-955.
- GERHARDS,R, WYSE-PESTER, DY,MORTENSE, D,JOHNSON,GA(1997). Charactizing spatial stability of weed populations using interpolated maps. *Weed Science*, 45:108-119.
- GHERSA, C.M , ROUSH M.L. (1993). Searching for solutions to weed problems: do we study competition or dispersion?. *Bioscience* 43(2):104-109.
- GONZALEZ-ANDUJAR, J.L. , PERRY, J.N. (1995) . Models for the herbicidal control of the seed bank of *Avena sterilis*: the effect of spatial and temporal heterogeneity and of dispersal. *Journal of Applied Ecology* 32: 578-587.
- KOT, M. (1992). Discrete-time travelling waves: Ecological examples. *J. Mathematical Biology* 30:413-436.
- LOPEZ-GRANADOS, F., GARCIA-TORRES, L. (1993). Population dynamics of Crenate Broorampe (*Orobanche crenata*) in Faba bean (*Vicia faba*). *Weed Science*, 41:563-567.
- MUENSCHER, W.C.(1935) *Weeds*. The MacMillan Company. NY
- REW L. J. ,CUSSAN, S, G. W. (1997). Horizontal movement of seeds following tine and plough cultivation: implications for spatial dynamics of weed infestations. *Weed Research* 37:247-256.
- THILL, D.C. , MALLORY-SMITH, C.A. (1997). The nature and consequence of weed spread in cropping system. *Weed Science* 45: 337.342.
- Wilson, B. J. and Brain, P. 1991. Long-term stability of distribution of *Alopecurus myosuroides* Huds. within cereal fields. *Weed Research* 31: 367-373.

Summary: Estimation of critical patch size and speed of expansion in weeds. Integro-difference equation are used as a method of estimating critical patch size and expansion speed. These method is illustrated with the

use of four weed species with dispersing seed on a Gaussian distribution and logistic population growth.

Keywords: Dispersal, Integro-difference model, spatial dynamics, critical patch size,

Tabla 1. Estimación de la velocidad de expansión ( $\text{m año}^{-1}$ ) y el tamaño crítico ( $\text{m}^2$ ) de los rodales.

	Velocidad	Tamaño crítico
<i>Hordeum spp</i>	2,27	0,24
<i>Lolium rigidum</i>	0,44	0,16
<i>Bromus diandrus</i>	2,28	0,34
<i>Bromus madritensis</i>	2,17	0,27

**EFFECTO DE LA DURACIÓN DE LOS CULTIVOS SOBRE LA DINÁMICA DE POBLACIONES DE *Rumex obtusifolius* EN UNA ROTACIÓN ALFALFA-CEREAL DE INVIERNO**

J. PINO<sup>1,2</sup>, F. X. SANS<sup>1</sup>, R. M. MASALLES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona  
Diagonal 645 08028 Barcelona

<sup>2</sup>CREAF, Universitat Autònoma de Barcelona  
Facultat de Ciències 08193 Bellaterra

E-mail: joan.pino@uab.es

Resumen: Se estudia mediante un modelo matricial la dinámica de poblaciones de *Rumex obtusifolius* en una rotación de cultivos alfalfa-cereal de invierno. Para cada período de cultivo se han calculado, a partir de datos de campo, matrices de transición que consideran diversas fases del ciclo vital de la especie. Estas matrices se han combinado en un modelo que analiza la dinámica de poblaciones de la especie bajo diversas duraciones de los cultivos de alfalfa y de cereal. Las proyecciones realizadas indican que las poblaciones de *R. obtusifolius* se incrementan durante el cultivo de la alfalfa y se reducen durante el de cereal, sea cual sea la duración de ambos cultivos. A pesar de ello, la evolución a largo plazo de las poblaciones depende de la duración relativa de ambos períodos de cultivo. Se discute finalmente la importancia de estos resultados en el control no químico de esta especie.

Palabras clave: *Rumex obtusifolius*, cultivos de alfalfa, modelos de población, dinámica de poblaciones.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de programas efectivos de control de malas hierbas depende en gran medida del conocimiento de la dinámica de sus poblaciones (GONZÁLEZ-ANDÚJAR et al., 1991). Ello permite constatar, e incluso proyectar, la evolución de los efectivos y evaluar el efecto de factores intrínsecos, ambientales o asociados al manejo del cultivo (COUSENS et al., 1995).

El uso de modelos matemáticos se ha revelado como una herramienta eficaz para realizar proyecciones de la evolución de los efectivos bajo determinadas condiciones. En el caso de especies bienales y perennes se han desarrollado modelos matriciales que tienen en cuenta diversas fases del ciclo vital (CASWELL, 1989; COUSENS et al., 1995). En esta comunicación se presenta un modelo matricial desarrollado para *Rumex obtusifolius*, una poligonácea perenne que desde hace algunas décadas infesta los cultivos de regadío de la

cuenca del Ebro (PINO et al., 1997). Mediante este modelo se intenta evaluar qué efecto tiene la duración de los cultivos sobre la dinámica de poblaciones de la mala hierba en una rotación alfalfa-cereal de invierno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* se estudió entre 1992 y 1994 en los regadíos de la comarca de l'Urgell (Lleida), tomando como referencia una rotación de cultivos alfalfa-cereal de invierno. Se consideraron dos períodos de cultivo distintos, el de alfalfa y el de cereal de invierno, que se estudiaron en fincas colindantes. Los respectivos diseños experimentales y los protocolos de obtención de datos demográficos se recogen de forma detallada en PINO et al. (1998). Los datos obtenidos se utilizaron en la elaboración de matrices de 1 año de intervalo de proyección, que consideran 6 fases del ciclo vital: banco de semillas, plántula y 4 clases adultas diferenciadas por el tamaño de los individuos.

Las matrices obtenidas para cada período de cultivo se integraron en un modelo que describe la dinámica de poblaciones de la mala hierba en una rotación de cultivos completa. Su expresión matricial ( $X$ ) es

$$X = A^n \cdot B^{m+1}$$

donde A y B corresponden, respectivamente, a las matrices para el período de cultivo de la alfalfa y del cereal, y n y m corresponden a la duración en años de cada tipo de cultivo. Por similitud de tratamientos se incluyó el año de siembra de la alfalfa en el período de cultivo de cereal. El modelo se calculó para n= 3, 5, 7 y 9 años y para m= 0, 1, 2 y 3 años. Para cada combinación se proyectó un vector de población arbitrario (banco de semillas= 20 m<sup>-2</sup>; plántulas y primera clase adulta= 0 m<sup>-2</sup>; resto de clases adultas= 0,33 m<sup>-2</sup>) utilizando el programa MATLAB.

## RESULTADOS

La dinámica de poblaciones durante el período de cultivo de la alfalfa se caracterizó por un notable incremento de las poblaciones, a pesar de la elevada mortalidad prereproductiva (menos del 0,2% del banco de semillas alcanza la fase adulta). Ello fue debido principalmente a la escasa mortalidad de los adultos (inferior al 5% anual) y a su elevada producción de semillas. En cambio, los efectivos se redujeron drásticamente durante el período de cultivo del cereal. Los sucesivos laboreos causaron la completa desaparición de las plántulas y de los adultos de la primera clase, aunque el resto de la población adulta sólo se redujo en un 35% anual. Según el modelo, la alternancia de cultivos en una rotación alfalfa-cereal determina un patrón en dientes de sierra para la evolución de los efectivos de la mala hierba en todos los casos considerados (Fig. 1). Pese a ello, la trayectoria de la población a largo plazo varía notablemente en función de la duración relativa de los cultivos. Las poblaciones de la mala hierba disminuyen claramente para períodos de alfalfa de tres años, sea cual sea la duración de los períodos intercalares de cereal e incluso cuando éstos no se dan. En cambio, la dinámica de las poblaciones para períodos de alfalfa más largos depende de los años que se intercala cereal entre dos plantaciones. Para períodos de alfalfa de 5, 7 y 9 años las poblaciones aumentan cuando los períodos de cereal son inferiores a 1, 2 y 3 años respectivamente.

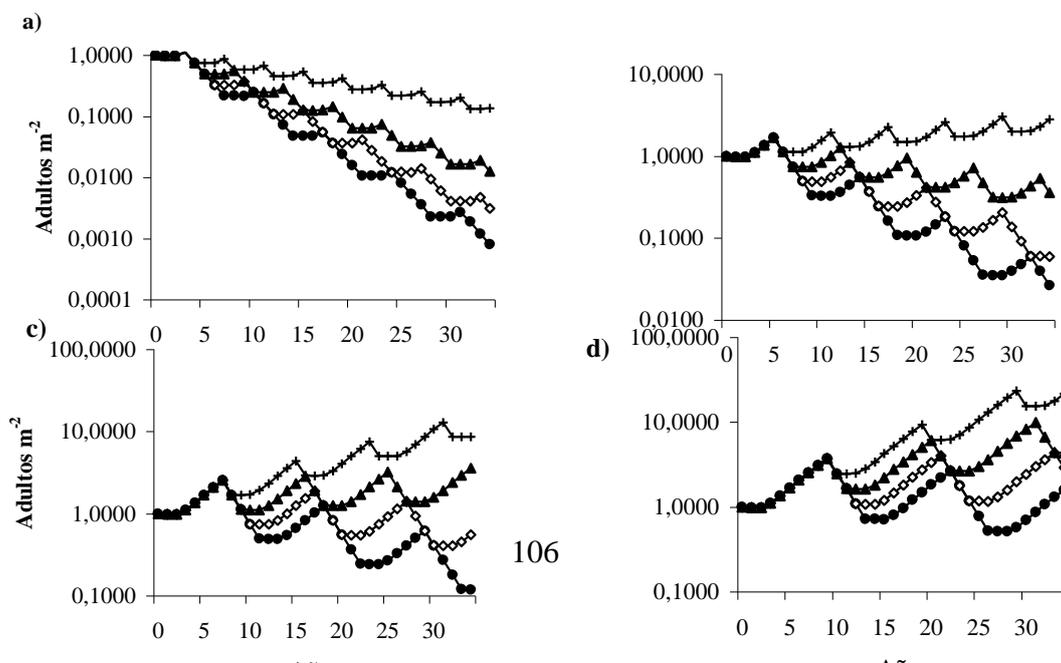


Fig. 1 Tendencias que resultan de la proyección de una población de *Rumex obtusifolius* en una rotación de cultivos alfalfa-cereal de invierno, para 3 (a), 5 (b), 7 (c), y 9 (d) años de duración de la alfalfa y 0 (+), 1 ( $\sigma$ ), 2 ( $\diamond$ ), y 3 ( $\lambda$ ) años de cultivo intercalar de cereal.

## DISCUSIÓN

La dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* en una rotación alfalfa-cereal de invierno se caracteriza por una alternancia de períodos favorables, coincidentes con el cultivo de la alfalfa, y desfavorables, correspondientes al cultivo del cereal. Durante el cultivo de la alfalfa, la ausencia de laboreos permite un aumento constante de las poblaciones, con una tasa anual de incremento del 20,5% ( $\lambda=1,205$ ). La escasa incorporación de nuevos individuos al contingente de adultos es suficiente para conseguir este aumento, ya que la mortalidad entre éstos últimos es mínima. Por otro lado, la elevada longevidad de los adultos (superior a los 5 años) y su estrategia iterópara, que determina varios episodios reproductivos por año, aseguran un aporte continuo de semillas.

Los laboreos durante el cultivo del cereal conllevan una disminución de las poblaciones, especialmente importante en el caso de las plántulas y los adultos de menor tamaño. El resto de adultos, caracterizados por el desarrollo de un rizoma ramificado, sufren tasas de mortalidad muy inferiores. Ello es debido probablemente a la capacidad de regeneración de dicho rizoma (PINO et al., 1995), que permite que los individuos desarraigados y fragmentados por el laboreo vuelvan a enraizar en una elevada proporción. En consecuencia, los sucesivos laboreos del período de cultivo del cereal en muchos casos no consiguen eliminar totalmente las poblaciones de la mala hierba y, por ello, la infestación de las nuevas plantaciones de alfalfa puede empezar con una población adulta residual, heredada de antiguas plantaciones.

En la zona de estudio, los grandes beneficios de la producción de la alfalfa determinan un alargamiento de la duración de los cultivos y una reducción de los períodos intercalares. Esta estrategia es probablemente responsable de que gran número de fincas presenten un estado de infestación preocupante. Este estudio constata que el control a largo plazo de las poblaciones de *R. obtusifolius* en la rotación de cultivos estudiada pasa por un compromiso entre la duración del cultivo de alfalfa y de los de cereal. Cuanto más tiempo se cultiva la alfalfa más largo tiene que ser el período de cereal que se intercala entre dos plantaciones. Las pérdidas económicas que comporta esta estrategia podrían minimizarse mediante la aplicación simultánea de otras medidas de control, como el ajuste del calendario de siega (PINO et al., 1998), que podrían permitir una reducción de los períodos de cereal sin perjudicar el control de las poblaciones de la mala hierba.

## BIBLIOGRAFÍA

- CASWELL, H. (1989). Matrix population models. 1ª Edición. Sinauer associates Inc., Sunderland, Massachussets.
- COUSENS, R.; MORTIMER, M. (1995). Dynamics of weed populations. 1ª Edición. Cambridge University Press, Gran Bretaña.
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1991) Modelling the population dynamics of *Avena sterilis* under dry-land cereal cropping systems. Journal of Applied Ecology 28: 16-27.

- PINO, J.; HAGGAR, R. J.; SANS, F. X.; MASALLES, R. M.; SACKVILLE-HAMILTON, R. N. (1995) Clonal growth and fragment regeneration of *Rumex obtusifolius* L. *Weed Research* 35: 141-8.
- PINO, J.; SANS, F. X.; MASALLES, R. M. (1997). *Rumex obtusifolius* L. en cultivos de alfalfa. *Biología de las malas hierbas de España* (F. X. Sans y C. Fernández-Quintanilla, editores). Phytoma-España y Sociedad Española de Malherbología, Valencia. pp 103-117.
- PINO, J.; SANS, F. X.; MASALLES, R. M. (1998). Population dynamics of *Rumex obtusifolius* under contrasting lucerne cropping systems. *Weed Research* 38: 25-33.

Summary: Effect of crop length on the population dynamics of *Rumex obtusifolius* in an alfalfa-winter cereal crop rotation. Population dynamics of *Rumex obtusifolius* was analyzed by means of a matrix model considering an alfalfa-winter cereal crop rotation. Transition matrices based on life-cycle stages were calculated for each cropping period using field data, and were used in the construction of a model that analyzes the population dynamics of *R. obtusifolius* under different alfalfa and cereal cropping lengths. Model projections showed that populations of *R. obtusifolius* increased during the lucerne cropping period and decreased during the cereal cropping period for all the cases considered. However, long-term population trajectories depend on the relative length of alfalfa and cereal cropping periods. The significance of these results for the non-chemical control of the species is discussed.

Keywords: *Rumex obtusifolius*, alfalfa crops, population models, population dynamics.

**FACTORES QUE AFECTAN A LA DINAMICA DEL BANCO DE SEMILLAS DE  
*Erucastrum nasturtiifolium* EN CULTIVOS DE SECANO**

L. CHAMORRO Y F. X. SANS

Departamento de Biología Vegetal. Unidad de Botánica. Universidad de Barcelona  
Avda. Diagonal 645, 08028-Barcelona  
E-mail: chamorro@porthos.bio.ub.es  
xsans@porthos.bio.ub.es

**Resumen:** Se han estudiado algunos factores que afectan a la dinámica del banco de semillas de *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. W. Schulz (*Brassicaceae*) en condiciones experimentales de cultivo de secano. Se ha analizado el efecto del laboreo y la profundidad de enterramiento sobre la persistencia de las semillas enterradas y se ha evaluado el grado de dispersión de las semillas por hormigas en la superficie del suelo. Se muestra cómo el laboreo y la profundidad de enterramiento reducen significativamente la persistencia de las semillas enterradas. También se constata que las hormigas tienen una gran importancia en la diseminación y depredación de las semillas de *E. nasturtiifolium*.

**Palabras clave:** persistencia, enterramiento, laboreo, diszoocoria, fórmidos.

## INTRODUCCIÓN

*Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. W. Schulz (*Brassicaceae*) es una especie arvense que coloniza gran parte de los cultivos cerealistas y frutícolas de secano del NE de la península Ibérica. Estudios sobre su dinámica de poblaciones (CHAMORRO y SANS, 1997) reflejan una drástica disminución del banco de semillas que no se corresponde con las tasas de emergencia registradas. Ello sugiere que deben existir otros factores que intervienen en la dinámica del banco de semillas de *E. nasturtiifolium*.

La persistencia de las semillas en un suelo agrícola depende de las características de cada especie y de las fluctuaciones ambientales provocadas principalmente por las labores del suelo y la actividad de la fauna existente (BASKIN y BASKIN, 1998). Además, los animales granívoros actúan como predadores de las semillas producidas en los sistemas agrícolas (DÍAZ, 1994) y según WOLF y DEBUSSCHE (1999), la diszoocoria o dispersión de las semillas por hormigas u otros granívoros, puede ser un mecanismo determinante en la dinámica de las poblaciones vegetales en hábitats abiertos y herbáceos del área mediterránea.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar la persistencia de las semillas enterradas en el suelo y el papel de las hormigas en la diseminación de *E. nasturtii*folium.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Efecto del laboreo y la profundidad de enterramiento sobre la persistencia de las semillas. En octubre de 1997 se recolectaron semillas de *E. nasturtii*folium en un rastrojo de cereal en Vilafranca del Penedès (Barcelona). Se prepararon 242 lotes de 100 semillas y cada lote se colocó en una bolsa de nylon de 5 x 10 cm<sup>2</sup> de malla inferior a la medida de la semilla (0.5 mm). En diciembre de 1997 se labró una finca yerma en los campos experimentales de la Universidad de Barcelona donde se delimitó una parcela de 4 x 4 m<sup>2</sup>. Las bolsas con semillas se enterraron según una cuadrícula de 121 cuadrados de 30 cm de lado. Dentro de cada cuadrado se enterraron dos bolsas a 2 niveles de profundidad: 4 y 20 cm. Al cabo de 12 meses se simuló el efecto del laboreo en la mitad de los cuadrados, intercambiando la posición de las 2 bolsas (COUSENS y MOSS, 1990).

Cada dos meses se extrajeron al azar las bolsas de 4 cuadrados o réplicas. Se hizo un recuento bajo la lupa binocular del estado de las semillas: semillas germinadas, depredadas, deterioradas y semillas aparentemente viables. Estas últimas eran sometidas a germinación en condiciones óptimas de luz y temperatura (10 h luz/14 h oscuridad, a 25/10°C) durante 2 semanas. Las semillas durmientes fueron sometidas a un test de viabilidad con ácido giberélico (10<sup>-3</sup> M) durante 2 semanas más.

Dinámica de las semillas antes del enterramiento: estudio de la diseminación por hormigas. El experimento se llevó a cabo en otoño de 1997 en un barbecho situado en Torrelavit (Barcelona), donde se habían llevado a cabo los estudios de dinámica de poblaciones de *E. nasturtii*folium. Se delimitó una parcela de 4 x 28 m donde se colocaron 16 lotes de 100 semillas repartidos en una cuadrícula de 16 puntos con 4 metros de equidistancia. Los ofrecimientos de semillas fueron visitados a intervalos regulares, desde las 10:00 hasta las 17:00 horas. Se contabilizó el número de semillas recolectadas y los nidos presentes en la parcela. Se recogieron diversos ejemplares de fórmidos para su posterior identificación.

Tratamiento estadístico. Los resultados fueron analizados mediante análisis de la varianza tras la normalización de los valores cuando fue necesario (SOKAL y ROHLF, 1989). El programa estadístico empleado fue el SPSS-X.

## RESULTADOS

Efecto del laboreo y de la profundidad de enterramiento. A lo largo de 16 meses de enterramiento el porcentaje de semillas viables disminuyó de manera exponencial hasta alcanzar unos valores de 45% en superficie y de 68 % en profundidad (Figura 1). La tasa de pérdida a 4 cm fue mayor que a 20 cm de profundidad (Figura 2). Del total de pérdidas predominó la germinación sin emergencia. La proporción de semillas viables disminuyó significativamente con el laboreo ( $F=35.22$ ,  $p<0.001$ , 1 g.l.) y con la profundidad ( $F=15.27$ ,  $p<0.01$ , 1 g.l.) de enterramiento (Figura 3).

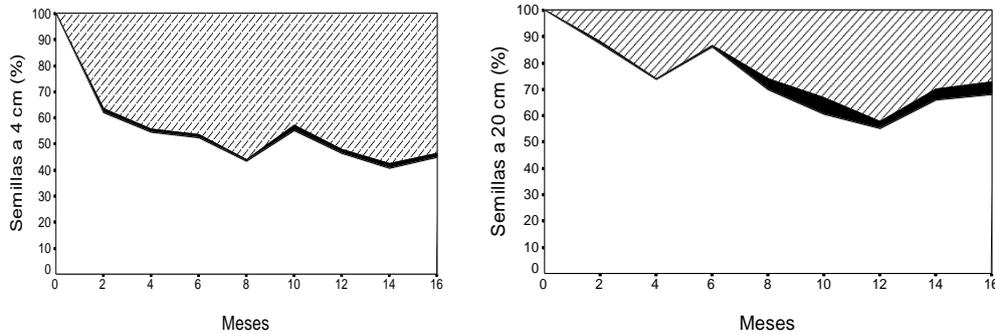


Figura 1. Dinámica de las semillas de *E. nasturtiifolium* enterradas a 4 y 20 cm de profundidad. En blanco semillas viables, en negro semillas inviabiles y en trama pérdidas por germinación, depredación y deterioro.

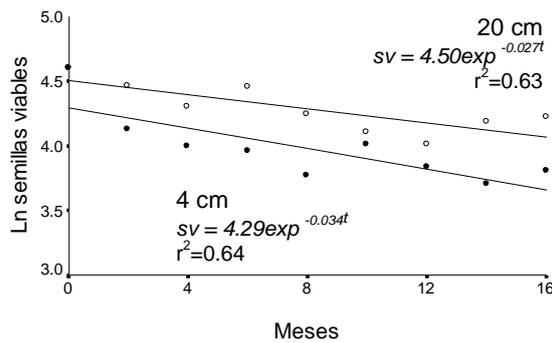


Figura 2. Persistencia de las semillas enterradas de *E. nasturtiifolium*.  $sv$  = semillas viables,  $t$  = tiempo.

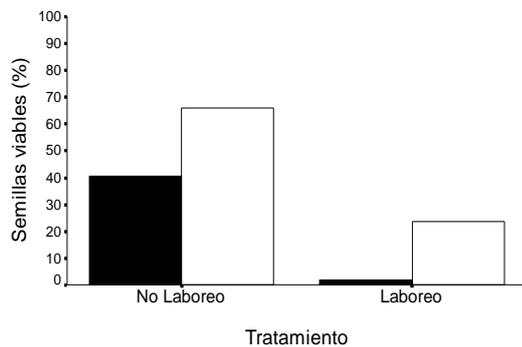


Figura 3. Porcentaje de semillas viables de *E. nasturtiifolium* en condiciones de no laboreo y laboreo, a 4 cm (negro) y 20 cm (blanco).

Dispersión de las semillas por hormigas. Se detectaron 2 nidos de *Pheidole pallidula*, 5 de *Messor barbarus* y 16 de *Messor structor*. Todas las especies mostraron interés por las semillas de *E. nasturtiifolium* transportándolas hasta sus nidos. Las especies del género *Messor* son esencialmente granívoras (CERDAN, 1989). En las 3 primeras horas las hormigas recolectaron el 10.5 % y a las 6 horas el 47% de las semillas ofrecidas. Una semana después del ofrecimiento quedó sin diseminar el 1%.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestros resultados reflejan que *E. nasturtiifolium* posee un banco de semillas persistente debido a la dormición que adquieren las semillas con el enterramiento. El aumento de la persistencia de las semillas enterradas en profundidad es debido principalmente a una menor tasa de germinación. Este patrón se ajusta al comportamiento de diversas especies arvenses (BASKIN y BASKIN, 1998). Sin embargo, el laboreo favorece la pérdida de dormición de las semillas enterradas debido al cambio de posición y provoca, como consecuencia, una disminución del banco de semillas.

En este trabajo hemos constatado que las hormigas tienen un importante papel en la incorporación de las semillas de *E. nasturtiifolium* en el suelo. Sin embargo, sería necesaria una investigación más exhaustiva de la actividad y ciclo biológico de las hormigas para determinar el grado de depredación de las semillas.

Finalmente, concluimos que las hormigas contribuyen a la dinámica espacial y temporal de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* debido a la diseminación y/o depredación de sus semillas. Por ello, las interacciones de las plantas con otros organismos que comparten el mismo hábitat deben tenerse en cuenta para entender la dinámica de las poblaciones vegetales.

## AGRADECIMIENTOS

Isabel Afán realizó la extracción del banco de semillas en 1997 gracias a una beca de colaboración de la Universidad de Barcelona. Xavier Roig, especialista en fórmidos, prestó su ayuda desinteresada al colaborar en la prospección de nidos y la identificación de las especies. El Servicio de campos experimentales de la Universidad de Barcelona ha prestado su infraestructura y efectivos técnicos. La Generalitat de Catalunya ha financiado este trabajo con una beca FPI (01156UB) en el área prioritaria de Medio Ambiente y Territorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- BASKIN C. C. Y BASKIN J. M. (1998). Germination Ecology of Seeds in the Persistent Seed Bank. En: *Seeds*. Academic Press. p.133-180.
- CHAMORRO, L. Y SANS, F. X. (1997). Population dynamics of *Erucastrum nasturtiifolium* (*Brassicaceae*) under different disturbance regimes in the Mediterranean region. 10<sup>th</sup> EWRS Symposium. Poznan, Poland.
- CERDAN, P. (1989). Étude de la biologie, de l'écologie et du comportement des fourmis moissonneuses du genre *Messor* (*Hymenoptera, Formicidae*) en Crau. Thèse 3ème cycle, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier.
- COUSENS, R. Y MOSS, S. R. (1990). A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. *Weed Research* 30 (1): 61-70.
- DIAZ, M. (1994). Granivory in cereal crop landscapes of central Spain: environmental correlates of the foraging impact of rodents, birds, and ants. *Acta Oecologica* 15 (6): 739-751.
- SOKAL, R. R. Y ROHLF, F. J. (1989). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman and Co. New York.

WOLF, A. Y DEBUSSCHE, M. (1999). Ants as seed dispersers in a Mediterranean old-field succession. *Oikos* 84: 443-452.

Summary: Factors implied in the seed bank dynamics of *Erucastrum nasturtiifolium* in non-irrigated crops. Some factors related with seed bank dynamics of *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. W. Schulz (*Brassicaceae*) have been studied in experimental conditions of non-irrigated crops. Persistence of burial seeds was analysed in relation to ploughing and burial depth. Ant dispersal on soil surface was also evaluated. Results show that ploughing and burial depth reduce significantly persistence of viable seeds in soil. Ants play an important roll on seed dispersion and seed predation. These factors contribute to reduce the soil seed bank of *E. nasturtiifolium*.

Keywords: seed persistence, burial, ploughing, dyszoochory, *Formicidae*.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL JOPO (*Orobanche crenata*) EN CULTIVO DE HABA: ANALISIS GEOESTADISTICO

J.L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR\*, A. MARTÍNEZ-COB\*\*, F. LÓPEZ-GRANADOS\*, L. GARCÍA-TORRES\*

\* Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Apdo.4084, 14080 Córdoba

\*\* Departamento: Genética y Protección Vegetal (EEAD), Laboratorio de Agronomía y Medio Ambiente. DGA-CSIC, Apdo. 202, 50080 Zaragoza

Resumen: En este trabajo presentamos resultados parciales de un estudio sobre la distribución espacial de *Orobanche crenata* (jopo) creciendo en un cultivo de haba. Para tres de los años estudiados (1987-1989) un modelo esférico fue ajustado a los datos del semivariograma experimental. Para 1990 se encontró un modelo anidado. Los resultados obtenidos revelaron una distribución agregada de jopo con un tamaño medio de los rodales de 10 m.

Palabras claves: Geoestadística, semivariograma, distribución agregada

### INTRODUCCION

La asunción de una distribución uniforme de las malas hierbas en los cultivos ha sido la hipótesis subyacente en la mayoría de los modelos empíricos de competencia desarrollados (González-Andújar et al., 1993). Las consecuencias van desde un uso extensivo de herbicidas, pues se tratará incluso las áreas donde no hay de malas hierbas (una aplicación de herbicidas localizada conlleva ahorro de tiempo, dinero y de impacto medioambiental) a una sobreestimación de las pérdidas de producción en el cultivo cuando la verdadera distribución es en agregados o en rodales (Auld & Tisdell, 1989).

Intentos previos de determinar la distribución espacial de las malas hierbas han utilizado diferentes distribuciones estadísticas (e. j. Wiles et al., 1992). Sin embargo, ninguno de esos estudios tuvo en cuenta la distribución bidimensional de las malas hierbas, donde la posición espacial y la distancia entre plantas juegan un importante papel en su biología. Trabajos recientes han empleado métodos geoestadísticos para analizar la distribución espacial de las malas hierbas y para elaborar mapas de dicha distribución (Donald, 1994).

El objetivo de este trabajo es presentar algunos resultados obtenidos en la aplicación de métodos geoestadísticos para analizar la distribución espacial de las poblaciones de jopo (*Orobanche crenata* L.) creciendo en cultivo de haba (*Vicia faba* L.) (López-Granados y García-Torres, 1993).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Tomejil (Sevilla) durante cuatro años consecutivos (1987-1990) sobre una parcela cultivada con haba. El tamaño de la parcela fue de 20m x 50m. Se contaron todos los jopos emergidos por planta de haba a intervalos de distancia de 1 m en ambas direcciones, durante el ciclo de cultivo, en cada uno de esos cuatro años. El marco de plantación fue de 5,6 plantas de haba por m<sup>2</sup>.

La variabilidad espacial de la variable *número de jopos por planta de haba* se describió y modelizó mediante la herramienta geoestadística del semivariograma (Journel y Huijbregts, 1978).

En cada año de estudio se calculó un semivariograma experimental a partir de los valores registrados de la variable jopos por planta de haba. El cálculo se realizó hasta una distancia de  $x$  m en intervalos de 1 m. Para cada intervalo de distancia  $h$ , el valor experimental del semivariograma se calculó con la siguiente expresión (Journel y Huijbregts, 1978; Isaaks y Srivastava, 1989):

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$$

donde:  $\gamma^*(h)$  es el valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia  $h$ ;  $N(h)$  es el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia  $h$ ;  $z(x_i)$  es el valor de la variable de interés en el punto muestral  $x_i$  y  $z(x_i+h)$  es el valor de la variable de interés en el punto muestral  $x_i+h$ .

Cualquier función matemática puede ser usada para modelizar un semivariograma, siempre que reúna las condiciones de ser positiva y definida (Armstrong y Jabin, 1981). En la práctica, se escoge como modelo una de las pocas funciones para las que se sabe que dichas condiciones se cumplen. Un procedimiento habitual es la selección visual de una función que parezca ajustarse a los valores experimentales del semivariograma y realizar posteriormente una validación de la misma (Englund y Sparks, 1988). En este trabajo, se eligió un modelo esférico que se define con la siguiente expresión (Isaaks y Srivastava, 1989):

$$+ C \left[ 1.5 \left( \frac{h}{a} \right) - 0.5 \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right] \quad \text{si } h \leq a$$

$$+ C \quad \text{si } h > a$$

donde:  $C_0$  es el efecto pepita;  $C$  es la meseta del semivariograma y  $a$  representa el alcance.

La validación de los diferentes modelos esféricos ajustados a los semivariogramas experimentales de cada uno de los cuatro años estudiados se realizó con el procedimiento denominado validación cruzada (Isaaks y Srivastava, 1989). Con este procedimiento, se elimina un valor muestral y se emplea el método de interpolación geoestadístico denominado krigado, junto con el modelo de semivariograma a validar, para estimar el valor de la variable de interés en dicho punto muestral a partir de los restantes valores muestrales. Este proceso se efectúa sucesivamente en todos los puntos muestrales y las diferencias entre los valores experimentales y los estimados se resumen mediante los denominados estadísticos de validación cruzada (Isaaks y Srivastava, 1989; Hevesi et al., 1992). Los parámetros del modelo a validar ( $C_0$ ,  $C$  y  $a$ ) se van modificando en un procedimiento de prueba y error hasta la obtención de estadísticos de validación cruzada adecuados. Estos estadísticos son los siguientes:

a) Media de los errores de estimación (MEE)

$$MEE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]$$

donde:  $z^*(x_i)$  es el valor estimado de la variable de interés en el punto  $x_i$ ;  $z(x_i)$  es el valor medido de la variable de interés en el punto  $x_i$  y  $n$  es el número de puntos muestrales utilizado en la interpolación.

El MEE no debe ser significativamente distinto de 0 (test t), en cuyo caso, indicaría que el modelo de semivariograma permite el cálculo de estimas no sesgadas.

b) Error cuadrático medio (MSE).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]^2$$

Un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el MSE es menor que la varianza de los valores muestrales (Hevesi et al., 1992).

c) Error cuadrático medio estandarizado (SMSE).

$$SMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{[z^*(x_i) - z(x_i)]^2}{\sigma_K^2}$$

donde:  $\sigma_K^2$  es la varianza del error esperado en la estimación con el krigado.

El SMSE indica la consistencia de las varianzas de los errores esperados en la estimación del krigado en cada punto  $x_i$  con respecto al MSE. La validez del modelo se satisface si SMSE está comprendido en el intervalo  $1 \pm 2(2/n)^{0.5}$  (Hevesi et al., 1992).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los modelos de semivariogramas ajustados para cada año, mientras que en la Tabla 2 se listan los resultados de los estadísticos de validación cruzada. En todos los casos, excepto en 1990, y de acuerdo con los resultados de la validación cruzada, se ajustó un modelo esférico con efecto pepita. En 1990 se ajustó un modelo constituido por la suma de dos modelos esféricos, cada uno con sus propios parámetros. Como ya se comentó en la sección anterior, el efecto pepita representa la incertidumbre asociada a los datos experimentales y/o a la variabilidad espacial que pueda existir a una escala de muestreo menor que la efectuada.

Se puede observar que tanto el efecto pepita como la meseta fueron aumentando en los sucesivos años (Tabla 1). En cuanto al alcance, se observa que éste se mantuvo constante desde 1987 a 1989. En 1990, como ya se ha dicho, se observaron dos estructuras espaciales, una con un alcance de 5 m y otra con un alcance de 20 m.

Estos resultados indican que las poblaciones de jopo creciendo en cultivo de haba presentaron una distribución espacial agregada para todos los años considerados. El aumento del efecto pepita y de la meseta en los sucesivos años indicarían un progresivo aumento de la densidad de estas poblaciones a medida que las plantas de jopo se van reproduciendo. Con este aumento se iría produciendo una dispersión de las mismas pero que no fue uniforme por las parcelas experimentales, sino que se fue produciendo por agregados. El alcance de 10 m observado en 1987, 1988 y 1989 indica que estos agregados tendrían un tamaño medio de unos 10 m. A medida que se va produciendo la dispersión de las poblaciones de jopo a través del viento o a favor de las hileras de siembra por efecto de la recolección (López Granados y García Torres, 1993), se van produciendo nuevos centros de agregación que, en 1990, ya pudieron detectarse. De ahí que para este año se observarán dos estructuras de variabilidad espacial, con dos alcances de 5 y 10 m, respectivamente. En los años previos es posible que existiese otra estructura de variabilidad espacial incipiente pero que aún no se apreciaba probablemente por ser menor que la escala de muestreo y se incluiría pues en el efecto pepita.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARMSTRONG, M. ; JABIN, R. (1981). Variogram models must be positive-definite. *Mathematical Geology*, 13 (5): 455-459.
- AULD, B.A. ; TISDELL, C.A. (1988). Influence of spatial distribution of weeds on crop yield loss. *Plant Protection Quarterly*, 3: 81.
- DONALD, W.W. (1994). Geostatistics for mapping weeds, with a Canada thistle (*Cirsium arvense*) patch as a case study. *Weed Science*, 42: 648-657.
- ENGLUND, E.; SPARKS, A. 1988. *GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) User's Guide*. U.S. Environmental Protection Agency Document EPA/600/4-88/033. Environmental Monitoring Systems Laboratory, Las Vegas, NV, U.S.A.
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; TORNER, C. (1993). Competencia entre la avena loca (*Avena sterilis*) y el trigo de invierno: comparación de modelos empíricos. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* 8(3):425-430.

- HEVESI, J.A., ISTOK J.D., FLINT, A.L. (1992). Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part I: structural analysis. *Journal of Applied Meteorology*, 31 (7): 661-676.
- ISAAKS, E.H. ; SRIVASTAVA, R.M., (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York, EE.UU. 561 pp.
- JOURNEL, A.G. ; HUIJBREGTS, C.J., (1978). *Mining Geostatistics*. Academic Press, London, Reino Unido. 600 pp.
- LÓPEZ-GRANADOS, F. ; GARCÍA-TORRES, L. (1993). Population dynamics of crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in faba bean (*Vicia faba*). *Weed Science*, 41: 563- 567.
- WILES L. J., OLIVER G. W., YORK A. C., GOLD H. J. ; WILKERSON G. G. ( 1992). Spatial distribution of broadleaf weeds in North Carolina Soybean Glycine (Max) fields. *Weed Science*, 40: 554-557.

Summary: Spatial distribution of Crenate Broomrape (*Orobanche crenata*) in Faba bean: Geostatistical analysis. This work presents partial results of a study on the spatial distribution of *Orobanche crenata*, growing in faba bean, over four years using geostatistical methods. For three of the studied years (1987, 1988 and 1989), a spherical model was fit to the experimental semivariogram. For 1990, a nested structure of two spherical models was fit. The results revealed an aggregated distribution of the *Orobanche crenata* populations with a patch size of 10 m.

Keywords: Geoestatistics, semivariogram, aggregated distribution

Tabla 1: Parámetros (efecto pepita, meseta y alcance) de los modelos esféricos ajustados a los semivariogramas del número de jopos emergidos por planta de haba.

Año	Modelo	Efecto pepita	Meseta 1 <sup>(a)</sup>	Alcance 1(m)	Meseta 2 <sup>(a)</sup>	Alcance 2 (m)
1987	Esférico	14	22	10	-	-
1988	Esférico	50	150	10	-	-
1989	Esférico	185	400	10	-	-
1990	Esférico (2 estructuras)	375	200	5	130	20

(a) (Jopos /planta de haba)<sup>2</sup>

Tabla 2. Valores de los estadísticos de la validación cruzada: media de los errores (MEE), error cuadrático medio (MSE) y error cuadrático medio estandarizado (SMSE).

Año	Tamaño de la muestra	Media muestral <sup>(1)</sup>	Varianza muestral <sup>(2)</sup>	MEE <sup>(1)</sup>	MSE <sup>(2)</sup>	SMSE	$1 \pm 2(2/n)^{0.5}$
1987	300	4.6	34.5	0.015 <sup>ns</sup>	20.4	1.015	1±0.163
1988	300	18.8	175.2	-0.045 <sup>ns</sup>	88.6	1.028	1±0.163
1989	259	39.5	565.2	0.07 <sup>ns</sup>	294.2	1.013	1±0.176
1990	300	27.9	693.0	0.276 <sup>ns</sup>	530.7	1.040	1±0.163

<sup>(1)</sup> Jopos/ planta de haba

<sup>(2)</sup> (Jopos/ planta de haba)<sup>2</sup>

<sup>ns</sup> diferencia no significativa al 5%.

**EFFECTO DEL GLUTATION REDUCIDO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL  
CRECIMIENTO DE *Orobanche crenata***

X. BARANDIARAN, R. MORAL, J. GIL\*, M.T. MORENO  
CIFA, Apdo. 4240, 14080 Córdoba  
\*Dpto. Genética, Univ. Córdoba, Apdo. 3048, 14080 Córdoba

Resumen: Se ha estudiado el efecto del glutatión reducido (GSH) sobre la germinación y el crecimiento *in vitro* y *extra vitrum* de *O.crenata*. El GSH no afectó a la germinación *in vitro* de las semillas de jopo aunque si a su crecimiento somático en forma de callos. La infestación por jopo de *V. faba* también se vio alterada con la presencia de GSH 1mM, una concentración inferior a la encontrada en el floema de algunas plantas.

Palabras clave: callos, haustorio, tubo germinativo.

## INTRODUCCIÓN

Con el fin de limitar, en lo posible, el impacto negativo del jopo en el rendimiento de los cultivos que parasita se han desarrollado, con éxito limitado, diferentes estrategias de control. Por una parte, se han obtenido resistencias genéticas como es el caso de la resistencia parcial a *O. crenata* obtenida en Vicia faba. Por otra parte se han utilizado “cultivos trampa”, que se basan en la capacidad de determinados cultivos para estimular la germinación de las semillas de plantas parasitas, y cultivos inhibidores que presentan el efecto contrario. Asimismo, se están ensayando métodos de control biológico, identificando patógenos específicos de *Orobanche* spp. Además de estas estrategias biológicas de control y excluyendo los métodos de esterilización del suelo y solarización, se han desarrollado, paralelamente numerosos protocolos de lucha química, utilizando diversos compuestos como: herbicidas, estimuladores de la germinación e inhibidores de la germinación. Entre estos últimos se encuentran inhibidores de la síntesis de giberelinas como el paclobutrazol y el uniconazol, los compuestos fenólicos, la hidracida maleíca y el peróxido de hidrógeno o el hipoclorito sódico.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares sobre el efecto, *in vitro* y *extra vitrum* de un nuevo inhibidor del crecimiento de *O. crenata*, el glutatión reducido (GSH), un tripéptido esencial en el metabolismo vegetal que actúa fundamentalmente como modulador del potencial redox celular, como detoxificante de compuestos xenobióticos y está, además, involucrado en los mecanismos de interacción planta-patógeno.

## MATERIAL Y METODOS

Para los diferentes ensayos se utilizaron semillas de *O. crenata* recogidas en la campaña anterior, en un campo de habas infestado. Las semillas se desinfectaron superficialmente sumergiéndolas unos segundos en etanol 96% y 30 s en una solución de hipoclorito sódico 0.5% (desinfección débil) o 10% (desinfección intensa) según el tipo de ensayo. En los ensayos *in vitro* se sembraron 2 mg de semillas ( $\cong 500$  semillas) por placa petri (9 cm). Previamente a su utilización se determinó la viabilidad de las semillas utilizando sales de tetrazolio (KHALAF, 1986).

### *Efecto del GSH en la germinación de semillas de O. crenata estimuladas con GR24.*

En este ensayo se utilizaron 10 placas conteniendo semillas desinfectadas débilmente. Las semillas se sembraron sobre papel Whatman n° 1 humedecido con una solución 0.3 mM de MES. Las placas se sellaron con parafilm™ y se incubaron en oscuridad a 25° C durante 2 semanas. Tras este período de acondicionamiento se realizaron dos tratamientos utilizando 5 placas en cada uno. En el primer tratamiento se añadieron a cada placa 3 ml de una solución 33.5  $\mu$ M de GR24 y en el segundo se añadió la misma solución anterior pero conteniendo además GSH 1 mM. Las placas se incubaron una semana adicional en las mismas condiciones. Posteriormente se contaron las semillas germinadas en cada placa con la ayuda de una lupa binocular.

### *Efecto del GSH en la callogénesis in vitro de semillas de O. crenata.*

El medio utilizado para la inducción de callos en semillas de jopo contenía las sales minerales y compuestos orgánicos descritos por MURASHIGE Y SKOOG (1962) complementado con sacarosa 3%, agar 0.8% y tiazuron 5  $\mu$ M (MSTDZ). El pH se ajustó a 5.7 antes del autoclavado. Teniendo como base este medio se realizaron cuatro tratamientos, que diferían en la concentración de GSH añadida: 0, 0.3, 1 y 3 mM. Se utilizaron 5 placas por tratamiento con 25 ml de medio cada una. Las placas se sembraron con semillas desinfectadas intensamente y se cultivaron a 25° C, en oscuridad, durante 8 semanas. Pasado este tiempo se contabilizaron los callos formados por placa.

### *Efecto del GSH en el crecimiento de callos de O. crenata.*

En este experimento se utilizaron trozos de callo (0 = 8.5 mg) obtenidos en el medio base descrito anteriormente (MSTDZ). Se llevaron a cabo dos tratamientos. En el tratamiento control se resembraron 5 trozos de callo por placa en 5 placas conteniendo 25 ml de medio MSTDZ. En el segundo tratamiento se añadió al medio base GSH 1 mM. Se sembró el mismo número de placas y de callos por placa que en el control. Las placas se cultivaron en las mismas condiciones que en el experimento anterior. Tras dos meses de cultivo se determinó el peso fresco de cada uno de los callos cultivados.

### *Efecto del GSH sobre la capacidad infestiva de O. crenata sobre Vicia faba.*

Se realizaron dos tratamientos utilizando 10 macetas por tratamiento. Cada tratamiento se llevó a cabo en bandejas separadas. Cada maceta contenía 200 ml de vermiculita y 2ml de semillas de jopo homogéneamente distribuido. En cada maceta se sembró una semilla de haba pregerminada. Las macetas se regaron con solución nutritiva Hoagland (HOAGLAND Y ARNON, 1950) modificada, depositando la solución en el fondo de la bandeja. El tratamiento control contenía únicamente solución Hoagland mientras que en el segundo tratamiento, la misma solución nutritiva contenía GSH 1mM. El pH de la solución se ajustó a 6.5. Seis semanas después del inicio del tratamiento se extrajeron las plantas de las macetas, se

eliminaron los restos de vermiculita de las raíces y se contabilizó el número de jopos establecidos por planta.

## RESULTADOS

Las semillas no tratadas presentaron un porcentaje de viabilidad medio cercano al 50%. Únicamente las semillas desinfectadas con una solución de hipoclorito sódico al 10% presentaron una reducción importante del porcentaje de viabilidad (-15%).

### *Efecto del GSH en la germinación de semillas de O. crenata estimuladas con GR24.*

El porcentaje medio de semillas germinadas en presencia de GR24 y en ausencia de GSH fue de un 19.8% por lo que se observa una diferencia importante entre la viabilidad teórica medida con TTC y la capacidad real de germinación. La presencia de GSH 1 mM en el medio de germinación no alteró significativamente el porcentaje de germinación (22.6%).

### *Efecto del GSH en la callogénesis in vitro de semillas de O. crenata.*

La producción media de callos en el medio sin GSH fue del 15% (75 semillas callogénicas por placa). Este porcentaje se redujo prácticamente a la mitad en el medio con GSH 0.3 mM (8%). El aumento de la concentración de GSH (1 mM y 3 mM) en el medio de cultivo inhibió completamente la formación de callos.

### *Efecto del GSH en el crecimiento de callos de O. crenata.*

El peso fresco medio, de los callos cultivados en presencia de GSH 1 mM, no experimentó variaciones apreciables desde el inicio al final del cultivo (0 = 8.9). Sin embargo, los callos cultivados en medio MSTDZ sin GSH multiplicaron por 15 su peso fresco medio (0 = 135).

### *Efecto del GSH sobre la capacidad infestiva de O. crenata sobre Vicia faba.*

Las plantas regadas con solución nutritiva, sin GSH, presentaron niveles muy altos de infestación, distribuida a lo largo de toda la raíz. El promedio de nódulos por planta fue de 26.6 con un valor máximo de 53. Las plantas regadas con solución nutritiva conteniendo GSH 1mM presentaron niveles mucho menores de infestación. El promedio de nódulos por planta fue de 12.3 con un valor máximo de 28. La formación de nódulos se limitó a la parte superior de la raíz y en algunos casos aparecieron plantas totalmente libres del parásito. El aspecto de las plantas regadas con GSH fue similar a las del control.

## DISCUSIÓN

El Glutatión (GSH), un tripéptido (L-glutamyl-L-cisteinyl-glicina) que se encuentra distribuido en los espacios intercelulares de plantas, animales y microorganismos tiene dos funciones principales: eliminar los metabolitos tóxicos de la célula y mantener los grupos sulfidrilo en su forma reducida. El metabolismo del glutatión es complejo, incluyendo muchas reacciones donde este compuesto es sintetizado, degradado, conjugado y oxidado.

En plantas, el GSH se ha detectado en grandes cantidades (hasta 3 mM) asociado a los elementos cribosos. Además de las funciones generales mencionadas anteriormente es el donante obligado de tioles reducidos para la glutaredoxina que junto con él mismo parecen estar involucrados en la prevención de los daños por oxidación en el floema. Asimismo, se ha asociado al GSH con el transporte floemático de Cu y Zn. Por otra parte, el GSH esta involucrado en el metabolismo fotorespiratorio de aminoácidos como la glicina y la serina, está relacionado con la diferenciación de embriones somáticos *in vitro* (NOMURA et al., 1998) y participa en la defensa vegetal contra estreses ambientales.

El proceso de establecimiento del jopo sobre la planta hospedante se inicia con la emisión de un tubo germinativo, que es capaz de penetrar los tejidos de la raíz parasitada formando un haustorio. A través de esta estructura de conexión el jopo es capaz de obtener los nutrientes necesarios para su desarrollo posterior. Los resultados obtenidos, aunque preliminares, muestran que el GSH tiene un efecto negativo sobre el crecimiento somático de *O. crenata*, tanto *in vitro* como *extra vitrum*, aunque no parece afectar al proceso inicial de germinación.

El efecto negativo del GSH sobre el crecimiento somático *in vitro* fue muy evidente a concentraciones 1mM o superiores. Este efecto resultó ser menos patente en los ensayos en maceta. Sin embargo, el hecho de que en el experimento con GSH 1mM la gran mayoría de nódulos se situase en la zona superior de la raíz, sugiere que esa zona podría haber tenido menos contacto con el glutatión debido al riego basal.

El metabolismo del GSH es complejo por lo que resulta complicado plantear hipótesis que puedan explicar los efectos observados. Si además tenemos en cuenta que es un compuesto considerado como constituyente esencial de todas las células, y que se ha detectado en plantas en cantidades superiores a las empleadas en este ensayo, es difícil explicar los resultados obtenidos. Probablemente, la clave esté en las diferencias entre el metabolismo heterótrofo obligado del jopo y el metabolismo fotosintético de la mayoría de las plantas.

## BIBLIOGRAFÍA

- HOAGLAND D.R. y ARNON D.I. (1950). The water culture method of growing plants without soil. Calif Agr. Expt. Sta. Circ. 347
- KHALAF, K.A.(1989). Determination of the viability of different *Orobanche crenata* seed origins, in relation to their Metabolic Germination Activity. In Proceedings of the International Workshop on *Orobanche* Research, 19-22. August, Obermarchtal, Germany.
- MURASHIGE, T. y SKOOG F.(1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15, 473-97.
- NOMURA K., MATSUMOTO S., MASUDA, K, y INOUE M. (1998). Reduced glutathione promotes callus growth and shoot development in a shoot tip culture of apple root stock M26. Plant Cell Reports 17:597-600.

Summary: The effect of the reduced form of glutathion (GSH) on the germination and in vitro and extra-vitrum growing of *O.crenata* has been studied. GSH did no affect *in vitro* germination of broomrape seeds but it did affect its somatic growing in the form of calli. *V. faba* infestation by broomrape was also altered with the presence of GSH 1mM, a lower concentration that is found in the phloem of some plants.

Keywords: calli, haustoria, germinative tube

## **LAS COMUNIDADES DE MALAS HIERBAS EN AMBIENTES URBANOS: UNA APROXIMACIÓN ECOLÓGICA**

E. DANA SÁNCHEZ, S. VIVAS NAVARRO, M.I. LÓPEZ-CERRILLO & J. MOTA  
POVEDA

Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. La Cañada. E-04120. Almería. España.

Resumen: la paulatina expansión de las ciudades conlleva una progresiva ocupación de los espacios naturales y agrícolas y la sustitución de la vegetación original por comunidades de fisionomía y composición específica muy variada. La mayor parte de estas fitocenosis pueden ser consideradas como ruderales o arvenses y su presencia y grado de representatividad en las ciudades depende de la diversidad de hábitats y de su abundancia. De nuestro estudio (realizado en la ciudad de Almería, S.E. de España), se desprende que en total existen 19 comunidades correspondientes a sintáxones muy diferentes (que abarcan desde matorrales invasores de cultivos abandonados a las comunidades terofíticas nitrófilas). Tras analizar los inventarios mediante técnicas multivariantes, encontramos que se agrupan en cinco grandes unidades ecológicas, determinadas posiblemente por dos factores principalmente: la recurrencia de las perturbaciones y la humedad del sustrato.

Palabras clave: vegetación, ecología urbana, fitosociología

### **INTRODUCCIÓN**

Los estudios sobre ecología urbana están ampliamente desarrollados en países del norte de Europa y en Estados Unidos, mientras que casi no existe bibliografía referente a España, si bien se ha realizado ya algún trabajo (e.g. ROMERO-ZARCO, 1990). El que nos ocupa aquí tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la flora y vegetación de las ciudades así como de los factores ecológicos relacionados con ellas. En el caso concreto del sur de España, sólo ahora se ha comenzado a estudiar los ambientes urbanos, al menos de forma sistemática. A este desarrollo contribuirá, sin duda, la reciente creación del Grupo Nacional de Trabajo sobre Malas Hierbas Urbanas y Alóctonas de la Sociedad Española de Malherbología, en cuyo seno se impulsarán esta clase de estudios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de la vegetación, seguimos la metodología propuesta por BRAUN-BLANQUET (1964). Tomamos 110 inventarios distribuidos al azar por diferentes hábitats escogidos a priori en función de sus características: zonas de cultivos abandonados, pero dentro del casco urbano, alcorques, solares, muros antiguos, parterres y jardines, escombreras, etc., anotando en ellas la cobertura para cada especie. Con estos datos elaboramos la matriz correspondiente y tras ello, eliminamos aquellas especies que se presentaron sólo en un inventario y las comunidades de las que sólo se pudo tomar (por su escasa representación) un inventario. Finalmente, los valores de cobertura fueron transformados a la escala de VAN der MAAREL (1979).

A partir de la matriz de datos realizamos un Análisis Atendencial de Correspondencias (DCA; HILL & GAUCH, 1980) y análisis de clasificación (usando la distancia euclídea y método de Ward; ver McCUNE, 1995 y referencias en él citadas) con objeto de distinguir patrones de agrupación de las comunidades en función de factores ecológicos.

La nomenclatura de las especies sigue a CASTROVIEJO et al. (1986-1999) o, en su defecto, a TUTIN et al. (1968-1986). La nomenclatura de los sintáxones sigue a DANA et al., (1999).

## RESULTADOS

Se registraron un total de 19 comunidades fitosociológicas en los diferentes hábitats encontrados dentro de las zonas urbanizadas (ver leyenda de la Fig. 1). Su grado de abundancia y representatividad varía ampliamente no sólo de un hábitat a otro sino también a lo largo del año. Así, los herbazales nitrófilos dominados por *Malva parviflora* y *Sisymbrium irio* (*Sisymbrium irionis-Malvetum parviflorae*) y por *Hordeum murinum* (*Asphodelo fistulosi-Hordeetum leporini*) son los más frecuentes durante el invierno y la primavera y aparecen tanto en alcorques como parterres descuidados y solares. Las comunidades de suelos pisoteados y compactados dominadas bien por *Coronopus didymus* y *Poa annua* durante los meses invernales y primaverales (*Poa annuae-Coronopetum squamati*) o por especies de pequeñas euforbias rastreras del género *Chamaesyce* (*Schismo barbatae-Filaginetum congestae*) durante el estío.

Los triguerales de *Piptatherum miliaceum* (*Dittrichio viscosae-Piptatheretum miliacei*) colonizan fundamentalmente solares y zonas de borde. En ellos, en las áreas de escombreras (también en taludes arcillosos y salobres) aparecen formaciones dominadas por *Mesembryanthemum nodiflorum et crystallinum*.

Durante la época estival, las comunidades más abundantes son, sin duda, las dominadas por especies alóctonas, fundamentalmente *Aster squamatus* (*Asteretum squamati*), típica de los alcorques y bordes de solares y *Zygophyllum fabago* (*Atriplici glaucae-Zygophylletum fabagi*) en los solares.

Los muros antiguos están dominados por el endemismo *Antirrhinum mollissimum* (*Sarcocapno enneaphyllae-Antirrhinetum mollissimi*) y las bases de los muros por *Parietaria judaica* (*Parietarietum judaicae*).

## DISCUSIÓN

El análisis de correspondencias (figura 1) mostró la presencia de cinco grandes grupos ecológicos que engloban algunos sintáxones muy diferentes. Aparecen próximas las parcelas tomadas sobre ambientes donde las perturbaciones son poco frecuentes (cultivos abandonados desde hace años: suasal, atrsal, atghal, atryzg, grupo I) o incluso ausentes (en los muros del Casco Antiguo (sarant), grupo II). Ambos grupos recogen a las comunidades leñosas. Más próximas al origen aparecen las comunidades situadas sobre hábitats cada vez más perturbados, teniendo su máxima expresión en el grupo III (alcorques y solares frecuentemente perturbados). Por tanto podemos interpretar el eje 2 en función de la frecuencia con la que el hábitat se ve perturbado. Patrones similares en la vegetación urbana han sido observados en otros países (SUKOPP & WERNER, 1983; FRANCESCHI, 1996).

En cambio, sobre el eje 1, se sitúan, en el extremo izquierdo, las fitocenosis que ocupan suelos secos, salinizados, ricos en materiales finos (arcillas y limos), (grupo I) y en el extremo opuesto (grupo V) las de suelos húmedos, bien por las lluvias de invierno o primavera (pocor) o por riego estival (schfil); la última abunda en jardines y parterres regados durante el verano. En la zona intermedia próxima a los matorrales se encuentran las comunidades de *Moricandia moricandioides* y *M. nodiflorum et crystallinum* (grupo III) que colonizan terreras y escombreras expuestas, mientras que algo más a la derecha surgen las comunidades correspondientes a hábitats con suelos con algo de compensación hídrica en verano como son los solares sombreados y los bordes de taludes, y solares (grupo IV). Se han encontrado marcadas dependencias de estas últimas comunidades por la presencia de agua en el suelo durante el verano, especialmente en *Asteretum squamati*, (CARRETERO, 1994), lo que ayuda a explicar su preferencia por zonas de bordes y vaguadas. Por tanto, podemos interpretar al eje 1 como un gradiente de humedad edáfica.

## CONCLUSIONES

La vegetación urbana presenta una fisionomía y composición específica muy variada, encontrándose tanto matorrales como fitocenosis de terófitos altamente tolerantes a la perturbación recurrente. La ausencia de perturbación en algunos hábitats concretos (muros viejos, tejados) permite incluso la instalación de especies rupícolas naturales, no clasificables como malas hierbas, que cuentan incluso con elementos endémicos.

Por tanto, podemos avanzar de este estudio que la distribución y fisionomía de las diferentes comunidades en los medios urbanos está determinada por la recurrencia de perturbaciones.

El otro factor determinante (ya sea de forma directa o indirecta) podría ser la humedad edáfica, al menos en regiones donde la humedad actúa como restricción como ocurre en el Sureste Ibérico semiárido.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Grundle der Vegetationskunde, 3rd ed. Springer, Vienna, Austria.
- CARRETERO, J.L. (1994) Las comunidades vegetales de *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis* y *Aster squamatus* en España. *Ecología*, 8: 193-202.
- CASTROVIEJO et al. (eds.) (1986-1999). *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Tomos I-VIII. Real Jardín Botánico de Madrid. CSIC.
- DANA, E., CABELLO, J., MOTA, J., CUETO, M. & PEÑAS, J. (1999) Flora Urbanícola de la Ciudad de Almería: estudio florístico, fitocenológico y autoecológico. *Monogr. Fl. Veg. Béticas*, 11: 133-149.
- FRANCESCHI, E.A. (1996) The ruderal vegetation of Rosario City, Argentina. *Landscape and Urban Planning*, v34, n 11: 11-18.
- HILL, M. O. & GAUCH, H. G. (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47-58.
- MAAREL, Van der (1979) Transformation of cover-abundance data values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39: 97-114
- McCUNE, B. (1995) *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, version 2.0*. MjM Software Design. Gleneden Beach. Oregon. USA. 104-107.
- SUKOPP, H. & WERNER, P. (1983) Urban environment and vegetation. In: HOLZNER, N., WERGER, M.J.A. & IKUSIMA, I. (eds.), *Man's impact on vegetation*: 247-260. Dr.W. Junk Publisher. The Hague/Boston/London.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGUES, N. A., MORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M. & WEBB, D. A. (eds.) (1968-1986) *Flora Europaea*. Vols. 1-5. Cambridge University Press.

Summary: Weed communities in urban environments: an ecological approach. The progressive increment in the number and surface of urban areas, achieves the paulatine modification and/or destruction of natural and agricultural environments; this implies the substitution of original phytocoenoses by others with a wide variation range in floristic composition and fisionomy. Most of them may be considered as ruderal or weed elements and their presence and importance depends upon habitat diversity and their abundance. From our study, a total of 19 phytosociological communities have been found, comprising a wide ecological and fisionomical spectrum which varies from shrubs colonizers of old abandoned tillages to terofitic and nitrophilous associations. Multivariate analysis showed five major ecological groups, mainly related to disturbance recurrence and, probably, to the soil water content.

Keywords: vegetation, urban ecology, phytosociology

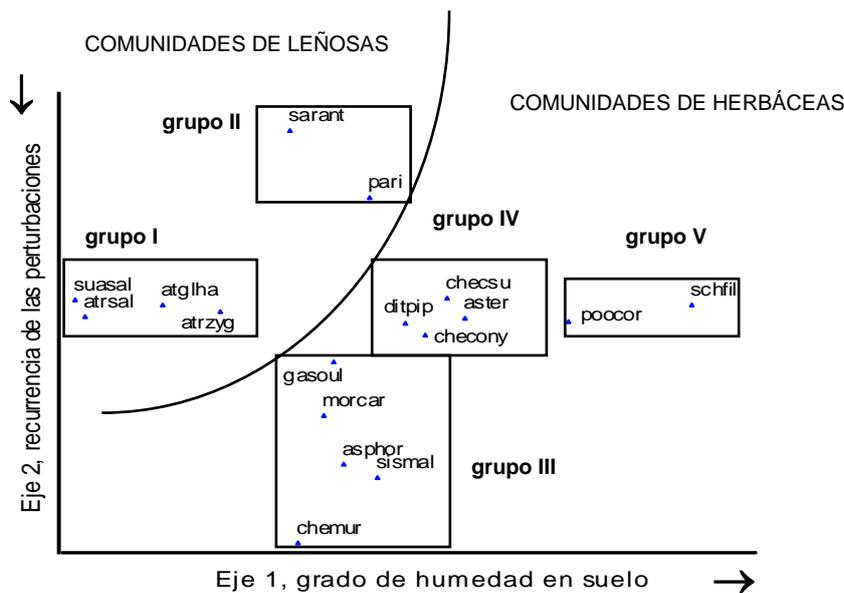


Fig. 1. Diagrama de ordenación de las comunidades urbanas de la ciudad de Almería. Leyenda: grupo I: atrsal = *Atriplici glaucae-Salsoletum genistoidis*, atrzyg = *Atriplici glaucae-Zygophylletum fabagi*, suasal = *Suaedo verae-Salsoletum oppositifoliae*, atglha = *Atriplicetum glauco-halimi*, grupo II: sarant = *Sarcocapno baeticae-Antirrhinetum mollissimae*, parjud = *Parietarietum judaicae*, grupo III: gasoul = *Gasouletum crystallinodiflori*, morcar = *Moricandio arvensis-Carrichteretum annuae*, asphor = *Asphodelo fistulosi-Hordeetum leporini*, sismal = *Sisymbrio irionis-Malvetum parviflorae*, chemur = *Chenopodietum murale*; grupo IV: checsu = *Chenopodio albi-Conyzetum sumatrensis*, aster = *Asteretum squamati*; ditpip = *Dittrichio viscosae-Piptatheretum miliacei*, checony = *Chenopodio albi-Conyzetum bonaeriensis*; grupo V: poocor = *Poo annuae-Coronopetum squamati*, schfil = *Schismo barbatae-Filaginetum congestae*

## **FLORA ARVENSE DE LA MURALLA DE LUGO: ANÁLISIS FOLIAR**

ROMERO FRANCO, R., BUJÁN SACO\*, M., DÍAZ VIZCAÍNO, E\*, RIGUEIRO, A.  
Dpto. Producción Vexetal.\*) Dpto. Biología Vexetal. E.P.S. de Lugo. Universidade de  
Santiago de Compostela.

Resumen: en el presente estudio se aportan datos referentes al análisis foliar de distintas especies ruderales presentes en la Muralla Romana de Lugo para determinar en qué medida los niveles de los distintos elementos químicos detectados están relacionados con la composición química y mineralógica de los materiales utilizados en la construcción de este monumento (piedra y argamasas) y tratar de establecer el papel que la vegetación pueda tener como agente de alteración química del sustrato que la soporta.

Palabras clave: malas hierbas, competencia, alteración, argamasa, esquistos anfibólicos.

### **INTRODUCCIÓN**

Después de numerosos estudios (HOFFMAN y SCHULABAITIS, 1982; LÓPEZ RITAS y LÓPEZ MÉLIDA, 1990; MENGEL y KIRBY, 1982; HANSEN, 1987; FERNÁNDEZ et al., 1994) se sabe que el contenido de elementos químicos en las hojas de las plantas está relacionado en gran medida con el contenido de nutrientes en el suelo. De ahí que el análisis foliar sea utilizado con tres fines principales:

- a) Como medio para determinar el elemento nutritivo responsable de un desorden (toxicidad o deficiencia) y la consiguiente prescripción de la medida correctora.
- b) Como técnica de estimación de las necesidades de fertilizantes antes de que se presenten esas deficiencias.
- c) Como estimación indirecta de la competencia por las sales minerales entre las malas hierbas de los cultivos y las especies cultivadas.

También es sabido que las plantas actúan como agentes formadores del suelo ejerciendo una acción directa (física y química) sobre la roca madre a través de su sistema radical. Esta acción tan beneficiosa, indispensable para la existencia y funcionamiento de

distintos ecosistemas naturales, tiene unas connotaciones negativas cuando las plantas enraizan en los monumentos construidos con rocas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

El análisis foliar se realizó según la metodología propuesta por CHAPMAN (1981) en 27 muestras, correspondientes a 19 especies botánicas recogidas en 7 lugares de muestreo en la muralla (tanto pared externa como interna), analizándose la mayor parte de las especies ruderales más frecuentes (BUJÁN et al., 1998). En el laboratorio, las muestras foliares se lavaron con agua destilada, sometiéndolas posteriormente a un secado en estufa de aire forzado a 60 °C de temperatura durante 48 horas. A continuación las hojas se molieron en un molinillo eléctrico.

Para la extracción de los elementos minerales se emplearon los métodos analíticos siguientes: Nitrógeno total por el Método de Kjeldahl; Fósforo por colorimetría del complejo azul fosfomolibdico; Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, Mn, B y Fe, por el método de acenización seca (ULRICH, 1961).

Las medidas de los distintos elementos minerales en el extracto se realizaron en un aparato Perkin, mediante espectrofotometría de emisión o de absorción, expresándose los macro y micronutrientes respectivamente en porcentajes y en partes por millón (ppm) en base a peso seco.

## **RESULTADOS**

Los datos del análisis foliar de todas las especies vegetales recogidas en las distintas estaciones de muestreo aparecen reflejados en la Tabla 1. En la Tabla 2 aparece para cada uno de los elementos analizados el intervalo de valores que en la bibliografía consultada se considera como normal u óptimo para distintas especies herbáceas cultivadas (ornamentales y agrícolas) (López Ritas & López Mérida, 1990) valores que son utilizados como referencia a la hora de hacer la discusión de los resultados obtenidos. En negrita se resalta el valor más elevado y en cursiva el segundo valor más alto.

## **DISCUSIÓN**

Del estudio detallado de los datos se puede resaltar lo siguiente:

1.- Todos los macronutrientes, a excepción del Ca, presentan valores (en las distintas muestras analizadas) que entran dentro de los rangos considerados en la bibliografía como normales o son algo inferiores (Tabla 1 y 2). El hecho de que alguno de los macronutrientes, concretamente el P y el N, presenten valores sensiblemente inferiores a los que aparecen en la bibliografía como normales para las especies herbáceas cultivadas, se debe posiblemente a que en los cultivos se adicionan fertilizantes especialmente ricos en fósforo y nitrógeno –

elementos que, por otra parte, no entran a formar parte de los minerales que conforman las rocas más frecuentes, y en particular de las utilizadas como material base en la construcción de la Muralla de Lugo. Comentario aparte merece el Calcio pues, como se ve en la Tabla 1, casi todas las muestras tienen concentraciones que se encuentran dentro del rango considerado como óptimo (0,3-1,75%), o bien rebasan ampliamente tales valores de referencia (tabla 2).

2.- En cuanto a los micronutrientes, los niveles de Zn y Mn están dentro de los valores considerados normales (Tablas 1 y 2). Sin embargo Cu, Fe y B presentan valores que en mayor o menor medida sobrepasan esos rangos de referencia, -el cobre llega a duplicar el valor considerado óptimo y el Fe llega a presentar valores hasta 10 veces más elevados-. Como se aprecia en las tablas de datos casi todas las muestras presentan niveles de Fe superiores a 150 ppm (valor más elevado según referencias bibliográficas). De estos datos se puede interpretar que los niveles de aquellos elementos que superan claramente los intervalos considerados como normales (Ca, Cu, Fe y B), seguramente están relacionados con la composición química de los minerales de los materiales empleados para edificar la muralla (piedras y argamasas). Las piedras utilizadas se corresponden en su mayoría con esquistos anfibólicos de la Serie de Villalba en los que abundan minerales ricos en todos o algunos de los elementos con valores más elevados (IGME, 1982). Los altos niveles de Ca seguramente estén más bien relacionados con la composición del mortero, pues en distintos análisis realizados en la argamasa se identifica  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

3.- En cuanto a las plantas que presentan las mayores concentraciones en los distintos elementos y que, por tanto estarán realizando una extracción de los mismos con mayor eficacia y, por consiguiente, contribuyendo en mayor medida a la alteración de las paredes de la muralla, son *Parietaria lusitanica* L. y *Cymbalaria muralis* L., tal como se aprecia en la tabla 1. En negrita aparecen los valores más altos y en cursiva los segundos más elevados. Como se ve, a excepción del P, K, Na, y Fe, para el resto de los elementos los valores más altos detectados se encuentra o bien en *Parietaria lusitanica* L. o bien en *Cymbalaria muralis* L., e incluso en el caso del Fe, cuyo valor más alto se encuentra en la hiedra (*Hedera helix* L.), el segundo valor más alto se detecta en *Cymbalaria muralis* L.

En general los valores más altos, sobre todo de los elementos pesados, y que por tanto tienden a acumularse en los tejidos y órganos vegetales, aparecen asociados a las plantas perennes (*Parietaria lusitanica* L. y *Cymbalaria muralis* L. principalmente, y, en menor medida, *Hedera helix* L. y *Origanum vulgare* L.), lo que es lógico, dado su hábito perenne.

## CONCLUSIONES

1.- Todos los elementos detectados mediante el análisis foliar, a excepción del Ca, Cu, Fe y B, presentan valores que son sensiblemente inferiores o entran dentro de los rangos considerados como “normales” para las plantas herbáceas.

2.- Los elevados valores de Ca, Fe y B parecen tener una relación directa con la composición mineralógica y química de los materiales empleados para construir la muralla (piedras y argamasas).

3.- Las plantas que presentan los niveles más elevados de los distintos elementos químicos, sobre todo Ca, Fe y B, son plantas perennes, destacando sobre todo *Parietaria lusitanica* L. y *Cymbalaria muralis* L.

4.- El análisis foliar pone claramente de manifiesto que las plantas que aparecen en la muralla obtienen las sales minerales necesarias para su alimentación fundamentalmente a partir de los minerales de las piedras y argamasas que la conforman. Esta acción de extracción se observa sobre todo en el caso de las plantas perennes, siendo éstas seguramente las que están contribuyendo de forma más intensa en los procesos de alteración tanto física como química de las paredes del monumento.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del estudio técnico “Estudio de evaluación de distintos métodos de control de las malas hierbas de la Muralla de Lugo”, financiado mediante un convenio entre la Consellería de Cultura de la Xunta de Galicia y la Universidad de Santiago de Compostela.

### BIBLIOGRAFÍA

- BUJÁN, M.; DÍAZ VIZCAÍNO, E.; CASCUDO, A.; IGLESIAS, A. y RIGUEIRO, A. (1998). Competition floristique et abondance des mauvaises herbes des anciens remparts de Lugo (Galice, Espagne). Proceedings 6ème Symposium Mediterranean EWRS. Montpellier. 221-223.
- CHAPMANN, H.D. y PRATT, P. F. (1981): En: Métodos de análisis de suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas. 3ª Ed.. 45-49.
- FERNÁNDEZ, J.L.; RIGUEIRO, A. y ROMERO, R. (1994). Evaluation par l'analyse foliaire des risques de compétition entre mauvaises herbes et framboisier. Proceedings 5<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium “Weed Control in sustainable Agriculture in the mediterranean Area”. Perugia. 357-361.
- HANSEN, E.J. (1987). Interacting soil tests and tissue analysis to manage the nutrition of highbush blueberries. Journal of Plant Nutrition 10, 1419-1427.
- I.G.M.E. (1982). Mapa geológico de España. Hoja 8. 2.2. Lugo. E.: 1: 200.000.
- HOFFMAN, M.B. y SCHULABATIS, R.G. (1982). The significance of soil variation in sapsberry culture. Michigan Agricultural Experimental Station Special Bulletin, 177.
- LÓPEZ RITAS, J. y LÓPEZ MÉLIDA, J. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de laboratorio y de campo. Mundi Prensa. Madrid. 43-44.
- MENGEL K. y KIRBY, E. (1982). Principes of plant nutrition. International Potash Institute. 3ª Ed.
- ULRICH, M. (1961). A guide for sugar beet fertilization. Soil Science Society of America. Madison W.S.

Summary: Ruderal weeds flora in the Roman Wall of Lugo: leaf analysis.

In this study are given the data of the analysis performed in the leaves of different ruderal weed species present in the Roman Wall of Lugo, in order to determine to what extent the levels of the different detected chemical elements are related to the mineral source composition of the materials used in its construction (i.e. mortar and stone), and to ascertain the role that this vegetation can have (like a chemical alteration agent) in weathering the substrate where it grows on.

Keywords: ruderal weeds, competition, weathering, mortar, amphibolic schist.

Estación	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Ea-PARLU	1,19	0,15	5,82	0,40	1,65	0,18	20	870	35	72	45
Ea-CIMMU	1,31	0,14	3,05	0,34	1,89	0,67	18	1070	47	48	46
Ea-ORIVU	0,90	0,12	1,98	0,29	1,18	0,12	10	254	21	53	23
M1-CENRU	1,40	0,22	1,61	0,19	1,95	<0,05	12	306	25	16	23
M1-LEOTA	1,21	0,19	1,22	0,09	2,39	<0,05	12	251	26	12	22
CJ-HEDHE	1,39	0,17	2,29	0,28	1,35	<0,05	12	1130	44	35	11
CJ-ERIKA	1,50	0,20	1,37	0,10	2,61	<0,05	11	427	34	24	38
CJ-SMYOL	1,69	0,27	2,32	0,38	1,77	<0,05	8	219	25	29	23
CJ-DACGL	1,47	0,18	0,45	0,14	1,41	<0,05	2	101	27	17	4
Nº36-PARLU	1,47	0,11	5,11	0,30	0,92	0,11	13	467	24	48	41
Nº36-ORIVU	1,19	0,09	1,93	0,22	1,15	0,08	13	244	21	11	24
Nº36-GALSP	0,91	0,05	1,16	0,14	0,42	<0,05	9	237	13	10	17
Nº36-DACGL	0,86	0,09	0,72	0,14	1,32	0,15	6	239	19	15	24
M3-ANDIN	0,99	0,18	1,85	0,17	1,60	0,12	14	335	38	21	34
M3-PARLU	1,37	0,24	4,12	0,29	1,83	0,07	12	412	20	24	28
M3-GALSP	0,99	0,13	2,82	0,09	1,28	<0,05	10	229	33	16	41
M3-ANTCA	0,81	0,17	2,00	0,15	1,78	0,06	7	120	19	20	33
M2-ORIVU	1,00	0,10	1,53	0,21	1,54	0,06	16	133	14	9	19
M2-CHECH	1,51	0,11	3,50	0,13	2,39	<0,05	11	122	20	15	23
M2-ARREL	0,78	0,06	0,52	0,08	1,35	<0,05	4	66	12	6	13
M2-HOLMO	1,16	0,09	0,54	0,10	0,86	<0,05	10	103	26	14	12
M2-PHASA	1,70	0,13	1,59	0,17	1,92	0,33	11	123	17	13	22
H-POLVU	1,29	0,10	0,77	0,16	1,41	<0,05	6	431	16	40	32
H-CIMMU	2,34	0,17	3,13	0,40	1,96	0,43	9	840	24	35	30
H-SONOL	1,77	0,12	1,94	0,22	2,21	0,88	10	162	14	16	18
H-DACGL	1,24	0,10	0,50	0,17	1,43	0,26	6	438	12	15	13
H-ANDIN	1,56	0,14	1,29	0,22	1,36	0,54	6	431	16	40	23

Tabla nº 1. Tabla general de datos.

LEYENDA: Ea, M1, CJ, Nº 36, M3, M2, H: estaciones de muestreo. Especies analizadas: Parlu= *Parietaria lusitanica* L.; Cimmu= *Cymbalaria muralis* L.; Orivu= *Origanum vulgare* L.; Cenru= *Centranthus ruber* (L.) DC.; Leota= *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Merát; Hedhe= *Hedera helix* L.; Erika= *Erigeron karvinskianus* DC.; Smyol = *Smyrniium olusatrum* L.; Dacgl= *Dactylis glomerata* L.; Calne= *Calamintha nepeta* (L.) Savi.; Andin= *Andryala intergrifolia* L.; Galsp= *Galium* sp.; Antca.= *Anthriscus caucalis* Bieb.; Chech= *Cheiranthus cheiri* L.; Arrel= *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum* (Willd.) Schiibler & Martens. Holmo= *Holcus mollis* L.; Phasa= *Phagnalum saxatile* (L.) Cass. Polvu= *Polypodium vulgare* L.; Sonol= *Sonchus oleraceus* L.

Elemento	máximo	mínimo
N (%):	4,5	2,8
P (%):	0,36	0,26
K (%):	3,5	1,0
Ca (%):	1,75	0,30
Mg (%):	0,42	0,20
Mn (ppm):	100	30
Fe (ppm):	150	50
Cu (ppm):	10	5
B (ppm):	37	25
Zn (ppm):	80	20

Tabla 2. Valores de referencia (máximos y mínimos) para cada uno de los elementos analizados.

## NUEVAS CITAS DE *OXALIS* (OXALIDACEAE) EN LA RIOJA

Ó. SÁNCHEZ PEDRAJA \*, J. MARTÍNEZ ABAIGAR \*\*

\* C/ El Mercadillo 12. 39722 Liérganes (Cantabria)

\*\* Universidad de La Rioja. Avenida de la Paz 105. 26004 Logroño (La Rioja)

Resumen: Se citan cuatro especies del género *Oxalis* para La Rioja, dos de las cuales son mencionadas por primera vez para esta región: *O. articulata* Savigny y *O. latifolia* Kunth. Así mismo, se hacen algunas precisiones sobre la ecología y la variabilidad morfológica de todas las especies citadas.

Palabras clave: flora, malas hierbas, España.

### INTRODUCCIÓN

En el trabajo más reciente sobre catalogación de la flora de La Rioja, MEDRANO MORENO *et al.* (1997) sólo citan una especie del género *Oxalis*, concretamente *O. acetosella* L., una planta frecuente en los ambientes nemorales de la provincia. Sin embargo, nuestras observaciones indican que en La Rioja podemos encontrar además otras especies del género, que se han naturalizado como plantas ruderales y malas hierbas, o bien tienen origen ornamental.

En el presente trabajo se recogen nuevas citas de tres especies del género *Oxalis* en La Rioja (*O. articulata* Savigny, *O. corniculata* L. y *O. latifolia* Kunth), y se incluye también la cita que hiciera ZUBÍA ICAZURIAGA (1921) de una cuarta especie, *O. pes-caprae* L. Algunas consideraciones taxonómicas y ecológicas de dichas especies, en relación con su comportamiento ruderal, completan el trabajo.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se recogen los datos de las recolecciones de cada una de las especies: localidad, altitud, fecha de recolección, hábitat y localización del pliego testigo (SP = Herbario Sánchez Pedraja). También se añaden algunos comentarios taxonómicos y morfológicos que puedan ayudar a su identificación, así como datos corológicos o ecológicos.

Ocasionalmente se incluyen citas no riojanas por su interés biogeográfico, ya que constituyen novedades para los territorios que se citan.

*Oxalis articulata* Savigny

La Rioja: El Rasillo, 1101 m, 7-V-1998, naturalizada (MA); Pradejón, 360 m, 2-VI-1998, naturalizada (MA); Arnedillo, 650 m, 25-IV-1998, cultivada (SP).

En La Rioja y en el resto de la Península todas sus poblaciones cimarronas tienen un claro origen ornamental, ya que se cultiva con este fin. Por ello parece extremadamente aventurado aplicar un nombre distinto a cada una de sus variantes. Aun así, podemos decir que las formas estudiadas en La Rioja podrían atribuirse a la subsp. *articulata*, por sus hojas con pubescencia relativamente abundante y sus sépalos de 5,2-5,5 mm, densamente pubescentes (LOURTEIG, 1982). Otras formas menos comunes, que también se cultivan y han sido citadas de la Península, son la subsp. *rubra* (St. Hil.) Lourt., de hojas con pubescencia escasa y sépalos de 2,5-3,5 mm, escasamente pubescentes (LOURTEIG, 1982), y la subsp. *rubra* f. *crassipes* (Urban) Lourt., de flores blancas (AEDO *et al.*, 1994).

*Oxalis corniculata* L.

La Rioja: Calahorra, 360 m, 25-IV-1998, naturalizada (SP); Haro, 30TWN11, 475 m, 26-IV-1998, naturalizada (SP); Logroño, 380 m, 26-V-1998, naturalizada (MA); *ibidem*, 30-VIII-1998, naturalizada (SP). Soria: Coaleda, 1200 m, 28-VIII-1998, naturalizada (SP).

Especie extremadamente variable (EITEN, 1963), de la que se han descrito numerosas variedades. Así, en Calahorra y Logroño se pueden ver formas purpúreas, que se han llamado *O. corniculata* var. *atropurpurea* Planch., conviviendo con formas completamente verdes. De la misma forma, se pueden ver plantas muy pelosas, denominadas *O. corniculata* var. *villosa* (M. Bieb.) Hohen., en Logroño. Además, en parterres de Calahorra se localizan pequeñas plantas erectas y aparentemente anuales (YOUNG, 1958) que se alejan algo del tipo: postrado o decumbente, frecuentemente enraizante en los nudos y perenne. Estas formas nos pueden llevar a confusión con formas menudas de otra especie del grupo, *Oxalis dillenii* Jacq.; ésta se puede diferenciar por presentar tallos con todos los pelos adpresos, antrorsos; hojas, habitualmente, casi opuestas o fasciculadas, con estípulas estrechas, oblongas, adnatas al pecíolo, y semillas con conspicuas manchas blancas en las costillas transversales. Esta especie no se conoce, por el momento, de La Rioja. Todas las formas antedichas se pueden ver frecuentemente en otras regiones peninsulares y creemos que carecen de valor taxonómico.

Planta actualmente subcosmopolita, de origen claramente alóctono, aunque este hecho no sea tan claro en el resto de Europa (EITEN, 1963). Aparece siempre ligada, en las localidades citadas, a lugares fuertemente ruderalizados con aporte extra de agua. No obstante, en las localidades sorianas próximas de Salduero (NAVARRO, 1988) y Coaleda no es necesario este aporte hídrico; suponemos, que lo mismo puede ocurrir en las zonas más húmedas de La Rioja, en las cuales hasta ahora no se ha localizado.

*Oxalis latifolia* Kunth, s. l.

La Rioja: Calahorra, 360 m, 25-IV-1998, naturalizada (SP); Logroño, 380 m, 26-V-1998 y 2-IX-1998, suelo de viña y céspedes ornamentales (MA, SP); Fuenmayor, 480 m, 30-VIII-1998, naturalizada (SP). Álava: Laguardia, 630 m, 30-VIII-98, naturalizada (SP). Castellón: Caudiel, 600 m, 5-IX-1987 (MA). León: Ponferrada, 500 m, 3-XI-98, naturalizada (SP). Tarragona: Vendrell, 90 m, 19-VI-1979, “friche calcaire, bord de champ” (MA). Portugal, Beira Litoral: Arganil, 3-IX-1958, “numa horta” (MA).

Alóctona ligada, como la anterior, a ambientes ruderales. Los ejemplares herborizados en Fuenmayor son similares a los cantábricos típicamente yucatecos (LAÍNIZ, 1958). Estas formas, las más frecuentes en la Península, presentan bulbos de hasta 15(20) mm de diámetro,

bulbillos generalmente en el extremo de rizomas, más o menos largos, raramente todos sentados (DENTON, 1973); las hojas siempre trifoliadas, con folíolos obdeltados, algo aguzados en los extremos, y con margen distal más o menos profundamente escotado, verdes sin banda purpúrea en el haz y verdes o, más o menos, manchados de púrpura en el envés; flores brevistilas, rosadas, estilos glabros (raramente ligeramente pelosos). Por el contrario, el resto de ejemplares parecen una forma distinta a la cantábrica. Se caracterizan por presentar bulbos frecuentemente grandes, de hasta 28(32) mm de diámetro, bulbillos siempre sésiles; las hojas siempre trifoliadas, con folíolos anchamente obdeltados, de extremos redondeados y margen distal ligeramente escotado; presentan, con frecuencia, una banda purpúrea en el haz, y el envés está también frecuentemente, más o menos, manchado de púrpura (el color púrpura puede desaparecer o atenuarse mucho en los pliegos de herbario, lo que ocurre así mismo en otras especies del género); las flores analizadas, semihomostilas (DENTON, 1973: 473, Fig. 2 h), de color blanco o rosa pálido, y con estilos muy pelosos. Tanto la banda purpúrea en el haz como el gran tamaño de los bulbos son caracteres que recuerdan a *O. tetraphylla* Cav., planta, por otro lado, muy próxima a *O. latifolia* (LAÍNIZ, 1958). En Ponferrada (León) también se encuentra extendida (AEDO *et al.*, 1997), como en el resto del Bierzo (PATALLO, com. pers.), la forma yucateca.

En una especie tan variable como ésta (DENTON, 1973: 572), que aquí se reproduce de forma vegetativa por medio de bulbillos (raramente hemos observado en otras zonas peninsulares, v. gr. la costa cantábrica, plantas perfectamente fructificadas y con semillas bien formadas que indiquen lo contrario), pensamos como YOUNG (1958) que, en espera de estudios más profundos, está de más aplicar nuevos nombres a estas formas.

#### *Oxalis pes-caprae* L.

La Rioja: Logroño, 380 m, fecha desconocida (siglo XIX), jardín (herbario Zubía: MARTÍNEZ ABAIGAR *et al.*, 1997).

Citada por ZUBÍA ICAZURIAGA (1921: 41) como *O. cernua* Thunb. El texto de la etiqueta original del pliego, manuscrito por Zubía, es el siguiente: “*Oxalis caprina* [tachado el epíteto específico] *cernua* Thunb. / Decand<sup>a</sup> pentag<sup>a</sup> / Jardín de Logroño / Oxalideas”. Esta procedencia (jardines) está de acuerdo con la utilización ornamental de la especie. Sus bulbillos pueden hacer perdurar a la planta como mala hierba, después del abandono de su cultivo, o bien pueden propagarla, mezclados con la tierra donde se cultivó, a otros parajes. Esta especie apetece de climas templados (véase mapa de distribución en BOLÒS & VIGO, 1990), frecuentemente con influencia marítima (SALTER, 1944: 77). El clima relativamente frío de Logroño ha podido ocasionar su desaparición, ya que no existen citas posteriores.

Las malas hierbas alóctonas, especialmente las de origen americano, han registrado una notable expansión en España a lo largo del presente siglo, debido fundamentalmente a la importación de semillas no certificadas de cereales (RECASENS *et al.*, 1998). El género *Oxalis* también ha participado de esta expansión, utilizando como métodos de propagación las semillas o los bulbillos, lo que le confiere una gran capacidad colonizadora. Por ello resulta extraña la escasez de citas riojanas de *Oxalis*, más aún cuando *O. latifolia* fue identificada en Zaragoza hace casi dos décadas (OCHOA JARAUTA *et al.*, 1982). Además, las especies citadas en este trabajo son plantas suficientemente conspicuas para que hayan pasado desapercibidas a los recolectores. Por consiguiente, parece que la falta de exploración de ambientes ruderales, así como la falta de publicación de las citas conocidas, pueden ser las causas de este desconocimiento. El aumento de las exploraciones podría rendir buenos resultados tanto botánicos como agronómicos, ya que la plasticidad morfológica de las especies de *Oxalis* hace que en ocasiones la identificación de las muestras sea dudosa, lo que puede complicar los tratamientos para su erradicación.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. C. Aedo por la revisión del manuscrito, al P. M. Laínz, S.J., por su inestimable ayuda en el género, y a Pedro García Iribarren (I.E.S. "P.M. Sagasta"), M. Velayos (MA) y J. Patallo por las facilidades prestadas en la consulta de material de herbario.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEDO, C.; ALDASORO, J.J.; ARGÜELLES, J.M.; DÍAZ ALONSO, J.L.; DÍEZ RIOL, A.; GONZÁLEZ DEL VALLE, J.M.; LAÍNZ, M.; MORENO MORAL, G.; PATALLO, J.; SÁNCHEZ PEDRAJA, O. (1994). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, II. *Fontqueria* 40: 67-100.
- AEDO, C.; ALDASORO, J.J.; ARGÜELLES, J.M.; DÍAZ ALONSO, J.L.; DÍEZ RIOL, A.; GONZÁLEZ DEL VALLE, J.M.; LAÍNZ, M.; MORENO MORAL, G.; PATALLO, J.; SÁNCHEZ PEDRAJA, O. (1997). Contribuciones al conocimiento de la flora cantábrica, III. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55: 321-350.
- BOLÒS, O.; VIGO, J. (1990). *Flora dels Països Catalans* 2: 282-286. Barcelona
- DENTON, M. E. (1973). A monograph of *Oxalis*, section *Ionoxalis* (Oxalidaceae) in North America. *Publ. Mus. Michigan State Univ. Biol. Ser.* 4: 455-615.
- EITEN, G. (1963). Taxonomy and Regional Variation of *Oxalis* section *Corniculatae*. 1. Introduction, Keys and Synopsis of Species. *Amer. Midl. Naturalist* 69: 257-309.
- LAÍNZ, M. (1958). Aportaciones al conocimiento de la flora cántabro-astur, II. *Collect. Bot. (Barcelona)* 5: 429-460.
- LOURTEIG, A. (1982). *Oxalidaceae* extra-austroamericanae, 4. *Oxalis* L. sectio *Articulatae* Knuth. *Phytologia* 50: 130-142.
- MARTÍNEZ ABAIGAR, J.; NÚÑEZ OLIVERA, E.; BEAUCOURT, N.; GARCÍA ÁLVARO, A. (1997). El herbario de Idefonso Zubía Icazuriaga depositado en Logroño. Enumeración de las plantas vasculares. *Zubía Monográfico* 9: 131-174.
- MEDRANO MORENO, L. M.; ALEJANDRE SÁENZ, J.A.; ARIZALETA URARTE, J.A.; BENITO AYUSO, J. (1997). Aproximación al catálogo florístico de La Rioja. *Itinera Geobotanica* 10: 257-316.
- NAVARRO, G. (1988). Datos sobre la flora de las Sierras de Urbión, Neila y Cabrejas (Sistema Ibérico Septentrional). *Lazaroa* 10: 289-293.
- OCHOA JARAUTA, M. J.; ZARAGOZA LARIOS, C. (1982). Presencia de *Oxalis latifolia* Kunth en cultivos de regadío en el valle medio del Ebro. *ITEA* 48: 58-64.
- RECASENS, J.; CONESA, J.A. 1998. Attributs des espèces végétales exotiques présentes dans les cultures de la Catalogne (Espagne). *Comptes-rendus 6ème Symposium Méditerranéen EWRS*: 26-32.
- SALTER, T. M. (1944). The genus *Oxalis* in South Africa. *Jour. S. Afr. Bot. Suppl.* 1: 1-355.
- YOUNG, D. P. (1958). *Watsonia* 4: 51-69.
- ZUBÍA ICAZURIAGA, I. (1921). *Reseña de la provincia de Logroño como preliminar al conocimiento de la flora de La Rioja*. Imp. Moderna. Logroño.

Summary. New records of *Oxalis* (Oxalidaceae) for La Rioja (northern Spain). Four species of the genus *Oxalis* are recorded for La Rioja, two of which are new for the province: *O. articulata* Savigny and *O. latifolia* Kunth. Some ecological and taxonomical comments are added.

Keywords: flora, weeds, Spain.

## **ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE MALAS HIERBAS EN ACEQUIAS DE RIEGO DE LA RIOJA**

N. BEAUCOURT, E. NÚÑEZ-OLIVERA, J. MARTÍNEZ-ABAIGAR, A. GARCÍA-ÁLVARO

Universidad de La Rioja. Avenida de la Paz 105. 26004 Logroño (La Rioja)

Resumen: Se estudia la estructura de las comunidades de macrófitos presentes en 26 localidades del sistema de acequias de riego del río Iregua (La Rioja), y su relación con los factores físicoquímicos. La riqueza florística, la cobertura y la diversidad se correlacionan negativamente con el periodo de sequía y positivamente con el caudal, por lo que los cambios periódicos del nivel del agua representan el factor clave que condiciona el desarrollo de la vegetación.

Palabras clave: ecología, macrófitos, diversidad.

### **INTRODUCCIÓN**

Las comunidades de macrófitos de acequias de riego, muchos de ellos plantas ruderales o malas hierbas, han sido relativamente poco estudiadas en comparación con las comunidades acuáticas de otros ecosistemas. Además, los estudios florísticos y ecológicos descriptivos han tenido en cuenta tanto algas (HUSSAIN et al., 1996; ABOAL et al., 1996) como plantas vasculares (SHALTOUT et al., 1994; FERREIRA et al., 1998), pero otros grupos vegetales, como los briófitos, han suscitado menor interés.

En este trabajo se estudia la estructura de las comunidades de macrófitos (algas, briófitos y plantas vasculares) presentes en el sistema de acequias de riego del río Iregua (La Rioja). Se ha tenido en cuenta la composición florística, la abundancia y la diversidad, así como los factores físicoquímicos que condicionan el establecimiento y desarrollo de estas comunidades.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado sobre 26 localidades del sistema de acequias de la cuenca baja del río Iregua (La Rioja). Cada localidad se ha caracterizado según las dimensiones de la acequia (altura de pared y anchura de cauce) y las características fisicoquímicas del agua medidas con periodicidad mensual a lo largo de un ciclo anual: profundidad del agua, velocidad, caudal, pH, temperatura y conductividad. También se determinó el periodo en que la acequia estaba seca durante el año. Otras variables químicas adicionales se midieron estacionalmente. En cada localidad se muestrearon los macrófitos trazando ocho rumbos (cobertura lineal) separados 50 cm entre sí. El tamaño de muestreo se determinó previamente mediante el cálculo de un espectro de diversidad (NÚÑEZ OLIVERA et al., 1995). A partir de las medidas de cobertura se calculó la diversidad específica utilizando el índice de Shannon (H'). El suelo desnudo se consideró como una "especie" más, dada su importancia en la estructura de la vegetación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han encontrado diferencias morfológicas y fisicoquímicas en el sistema de acequias estudiado. Hay acequias de diferentes dimensiones, entre 32 y 250 cm de anchura y 35 - 145 cm de altura de pared. También varían significativamente el caudal, la velocidad y la profundidad del agua, tanto entre acequias como a lo largo del año, y estas variables se encuentran estrechamente correlacionadas ( $P < 0.001$ ). El máximo caudal es  $120 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ , y también se alcanzan valores altos en las acequias próximas al cauce principal del río, mientras que las acequias terminales suelen tener caudales muy bajos y frecuentemente están secas (hasta 11 meses al año). Los mayores caudales se producen en los meses de primavera y sobre todo verano (época de máximo riego), y los mínimos en otoño e invierno. Los valores mensuales de temperatura, pH y conductividad también son significativamente diferentes entre acequias y a lo largo del año. Se observa una fuerte estacionalidad en la temperatura, con valores más altos en verano ( $29.0 \text{ }^\circ\text{C}$  en julio) y mínimos en invierno ( $2.1 \text{ }^\circ\text{C}$  en febrero). El pH oscila entre 6.9 y 9.5, y la conductividad entre 546 y  $127 \text{ } \mu\text{S/cm}$ , pero no existe una distribución espacial clara. Los iones dominantes son bicarbonato y sulfato entre los aniones, y calcio y sodio entre los cationes.

La variedad fisicoquímica de las acequias se traduce en variaciones vegetacionales. Los valores de cobertura, riqueza y diversidad de las comunidades de macrófitos de las 26 localidades, junto con la frecuencia de las especies, se muestran en la Tabla 1. Sólo se encontraron 27 especies: 19 musgos, un alga y siete angiospermas. La especie más frecuente fue el alga clorófito *Cladophora glomerata*, y dentro de los musgos *Amblystegium riparium*, *Cratoneuron filicinum* y *Rhynchostegium riparioides*, todos ellos hidrófilos o higrófilos, junto con el xerófilo *Tortula muralis*. La aparición de briófitos xerófilos o ruderales no resulta extraña en acequias de riego y ríos canalizados (EMPAIN, 1973). El resto de las especies son ocasionales y tienen frecuencias bajas. En conjunto, el número total de especies recolectadas es reducido, e incluso hemos podido constatar la desaparición de algunas que colonizaban estos ambientes en el siglo pasado, como *Fontinalis antipyretica* (MARTÍNEZ ABAIGAR et al., 1996). La mayor parte de las especies mostraban bajas coberturas, excepto *C. glomerata* y los musgos de crecimiento postrado *C. filicinum* y *R. riparioides*. La máxima riqueza específica es de 10 y la mínima de 0, con un valor medio de 4. La cobertura máxima alcanza el 57.0% y la mínima es 0. En tres acequias no se ha encontrado ningún macrófito y en nueve

no se han encontrado briófitos. Los valores de H' oscilan entre 0 y 1.77, valores bajos en relación con los obtenidos en otras comunidades acuáticas (3.5-5.6: SLACK et al., 1985) pero comparables a los hallados por MARTÍNEZ ABAIGAR et al. (1991) en el curso bajo del río Iregua. Las H' más altas se dan en las zonas de compuertas (entrada del agua desde el cauce del río), en las que el período de sequía es prácticamente nulo y el caudal elevado. En el extremo opuesto se encuentran las acequias que están secas durante gran parte del año.

H' está estrechamente correlacionada con la cobertura ( $P < 0.001$ ) y la riqueza específica ( $P < 0.001$ ), pero estas dos últimas variables mantienen una menor correlación ( $P < 0.05$ ). Tanto H' como la riqueza y la cobertura se correlacionan negativamente con el periodo de sequía, y positivamente con la velocidad del agua, el caudal, la anchura y la profundidad ( $P < 0.01$ ). En consecuencia, y de acuerdo con lo mostrado por ABOAL et al. (1996), se puede concluir que los cambios periódicos del nivel del agua representan uno de los factores más perturbadores para el desarrollo de la vegetación. Por otra parte, el gradiente de cobertura y H' está relacionado con la disponibilidad de agua, como ocurre en otros ecosistemas mediterráneos (NÚÑEZ OLIVERA et al., 1995). Otras variables fisicoquímicas, como el pH, la temperatura o la composición iónica del agua, que en otros ecosistemas condicionan tanto la abundancia como la distribución de los macrófitos (PEÑUELAS et al., 1987; GACIA et al., 1994; SHALTOU et al., 1994; FERREIRA et al., 1998), apenas tienen importancia en el sistema de acequias estudiado, por su relativa homogeneidad química.

## AGRADECIMIENTOS

A la CICYT por la financiación de este trabajo (proyecto AMB95-0468).

## BIBLIOGRAFÍA

- ABOAL, M.; PREFASI, M.; ASECIO, A. D. (1996). The aquatic microphytes and macrophytes of the Transvase Tajo-Segura irrigation system, southeastern Spain. *Hydrobiologia* 340: 101-107.
- EMPAIN, A. (1973). La végétation bryophytique aquatique et subaquatique de la Sambre belge, son déterminisme écologique et ses relations avec la pollution des eaux. *Lejeunia Nouv. Sér.* 69: 1-58.
- FERREIRA, M.T.; CATARINO, L.; MOREIRA, I. (1998). Aquatic weed assemblages in an Iberian drainage channel system and environmental factors. *Weed Res.* 38: 291-300.
- GACIA, E.; BALLESTEROS, E.; CAMARERO, L.; DELGADO, O.; PALAU, A.; RIERA, J.L.; CATALAN, J. (1994). Macrophytes from lakes in the eastern Pyrenees: community composition in relation to environmental factors. *Freshw. Biol.* 32: 73-81.
- HUSSAIN, M.I.; KHOJA, T.M.; GUERLESQUIN, M. (1996). Chemistry, ecology and seasonal succession of Charophytes in the Al-Kharj Irrigation Canal, Saudi Arabia. *Hydrobiologia* 333: 129-137.
- MARTÍNEZ-ABAIGAR, J.; NÚÑEZ-OLIVERA, E. (1991). Diversidad en comunidades de briófitos acuáticos. En: F. D. Pineda, M. A. Casado, J. M. De Miguel, J. Montalvo (Eds.), *Biological Diversity/Diversidad Biológica*. Madrid. 193-196.

- MARTÍNEZ-ABAIGAR, J.; NÚÑEZ-OLIVERA, E. (1996). The bryological work of Ildefonso Zubía Icazuriaga (1819-1891) in northern Spain. *Nova Hedw.* 62: 255-266.
- NÚÑEZ-OLIVERA, E.; MARTÍNEZ-ABAIGAR, J.; ESCUDERO, J.C.; GARCÍA-NOVO, F. (1995). A comparative study of *Cistus ladanifer* shrublands in Extremadura (CW Spain) on the basis of woody species composition and cover. *Vegetatio* 117: 123-132.
- PEÑUELAS, J.; SABATER, F. (1987). Distribution of macrophytes in relation to environmental factors in the Ter River, Spain. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 72: 41-58.
- SHALTOUT, K. H.; SHARAF EL-DIN, A.; EL-SHEIKH, M.A. (1994). Species richness of vegetation along irrigation canals in the Nile Delta. *Vegetatio* 112: 35-43.
- SLACK, N.G.; GLIME, J.M. (1985). Niches of stream bryophytes. *The Bryologist* 88: 7-18.

Summary. Structure of weed communities in irrigation channels of La Rioja. The structure of the macrophyte communities in 26 localities of the irrigation channels of the river Iregua, and its relationship with physicochemical factors, are studied. Species richness, cover and diversity are negatively correlated with the dryness period and positively with water flow. Thus, changes in water level are the key factor conditioning macrophyte structure.

Keywords: ecology, macrophytes, diversity.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Amblystegium</i>	15	-	-	38	10	-	-	-	65	-	-	-	18	-	-	-	-	19	115	-	-
<i>A. serpens</i>	-	-	-	83	-	15	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbula convoluta</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachythecium</i>	5	-	15	-	-	10	-	20	25	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum argenteum</i>	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
<i>B. barnesii</i>	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. bicolor</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. capillare</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campylium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cinclidotus</i>	5	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cratoneuron</i>	241	-	220	50	-	50	-	15	70	5	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didymodon insulanus</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. vinealis</i>	5	-	-	-	-	-	-	5	83	5	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eurhynchium hians</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fissidens crassipes</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiomnium sp.</i>	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pohlia prolifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchostegium</i>	280	-	315	91	-	555	-	15	-	-	-	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula muralis</i>	-	-	-	30	-	-	-	20	10	10	-	-	-	-	-	-	-	45	22	-	-
<i>Cladophora</i>	1255	303	110	205	-	75	495	555	-	22	-	55	1210	845	784	-	223	1127	394	-	20
<i>Cardamine hirsuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glyceria fluitans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasturtium officinale</i>	-	-	-	-	15	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa annua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus</i>	-	187	-	5	-	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zannichellia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	15	-	-	430
<b>Riqueza específica</b>	9	2	4	9	4	10	2	6	5	8	3	3	4	1	2	0	2	4	3	0	2
<b>Cobertura total (%)</b>	57.0	14.2	24.4	21.2	4.7	30.6	23.4	22.5	25.5	2.0	2.7	6.7	49.4	33.4	33.0	0	9.2	47.3	26.6	0	25.0
<b>H'</b>	1.77	0.76	1.20	1.33	0.37	1.41	0.81	0.95	1.43	0.28	0.20	0.43	1.43	0.94	0.94	0	0.47	1.21	1.10	0	0.88

**Tabla 1.** Valores de cobertura (cm) y frecuencia (F) de macrófitos en las 26 localidades estudiadas, junto con la riqueza específica, cobertura y diversidad (H') de las localidades.

## **INFLUENCIA DEL ARROZ SALVAJE (*Oryza sativa* L) EN EL RENDIMIENTO EN ENTEROS**

M.M.CATALÀ\*, S.QUEROL

\*IRTA/EEE Apdo. 203. 43870 Amposta (Tarragona)

**Resumen:** Tradicionalmente la vía de eliminación del arroz salvaje en la industria es aumentar el tiempo de blanqueado eliminando así su coloración roja del pericarpio, método que provoca pérdidas del rendimiento en enteros. La experiencia realizada ha cuantificado las pérdidas que a causa del arroz salvaje se generan en el rendimiento en enteros, basándose en la realización de análisis de calidad con diferentes porcentajes de rojo. **Experimento 1:** los análisis de este apartado contenían niveles de arroz salvaje muy altos. Se llegaron a cuantificar un 60% de pérdidas en rendimiento en enteros, teniendo un 4% de arroz salvaje. **Experimento 2:** se centró en las concentraciones de arroz salvaje más frecuentes en la industria molinera actual, permitiendo valorar las pérdidas generadas en el proceso de elaboración a escala real. Se cuantificaron unas pérdidas alrededor del 10% para las industrias que tienen un nivel medio de arroz salvaje del 0.50%.

**Palabras clave:** arroz, calidad.

### **INTRODUCCIÓN**

En el Delta del Ebro, el número de campos de arroz donde no se detectó la presencia de "individuos salvajes" pasó de ser del 79% el año 1988 hasta llegar al 33% al 1993 (TABERNER *et al*, 1993) y en un 27.2% de los campos donde se realizaron los muestreos el nivel de infestación fue muy alto. El aumento de campos infestados en el periodo 1988-1993 fue, pues, muy significativo con un 46%. Cabe deducir la notable presencia del arroz salvaje en campo, concretamente en los arrozales del Delta, aunque el arroz salvaje está ampliamente distribuido a las zonas arroceras de todo el mundo (PONS, 1994).

La problemática en campo se traslada posteriormente en el proceso de transformación, es por tanto un reto para la industria arroceras, eliminar la presencia de los granos rojos durante el proceso de elaboración del arroz, dado que la legislación establece un máximo permitido de granos rojos en el producto acabado que, bajo ningún concepto se debe sobrepasar. De manera que hasta que no se encuentre ninguna medida de control eficaz en campo, para poder erradicar definitivamente su presencia, es necesario afrontar el problema en la doble cara que se presenta, es decir, se debe afrontar también desde un punto de vista industrial. Desde antiguo se asumen las pérdidas que el arroz salvaje produce en el proceso de elaboración aunque se desconoce su magnitud.

El objetivo de este estudio es valorar la influencia del arroz salvaje en el rendimiento en enteros, o lo que es lo mismo, cuantificar las pérdidas que se generan en la industria arrocera a causa de su presencia en el proceso de elaboración.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

La experiencia ha sido realizada en el laboratorio de una cooperativa arrocera situada en el Delta del Ebro, en la que se disponía de un equipo de laboratorio preparado para simular el proceso de transformación industrial a pequeña escala. Para asegurar la obtención de resultados fiables, ha sido necesario establecer algunas normas de funcionamiento que se han mantenido constantes durante toda la experiencia. Asimismo, todos los análisis de calidad que tuvieron lugar fueron realizados por el mismo analista, para evitar variabilidad en los criterios subjetivos que se tuvieron que tomar. Se mantuvieron constantes durante el desarrollo de la experiencia las condiciones de trabajo, la materia prima, los principios generales de evaluación y la metodología seguida para la realización de los análisis de calidad.

A continuación, exponemos de manera breve algunas de las pautas seguidas en la realización de los análisis de calidad.

**Determinación de los porcentajes de arroz salvaje a analizar y repeticiones de los análisis:** los análisis realizados han quedado divididos en dos experiencias, basándose en el parámetro objeto de estudio: la concentración de arroz salvaje. Las concentraciones que hay que analizar así como el número de repeticiones que han tenido lugar en cada experiencia se han determinado en función de los objetivos que se pretenden alcanzar.

**Experimento 1:** Se analizaron porcentajes de arroz salvaje altos, poco corrientes en la industria, con el fin de ampliar el campo de análisis y poder estudiar las consecuencias generadas a causa de la presencia de granos rojos en casos extremos. Considerando el objetivo propuesto, se realizó un análisis para cada concentración estudiada. El intervalo de concentraciones entre análisis fue del 0.50% y el porcentaje máximo analizado el 4%.

**Experimento 2:** Se analizaron todos los porcentajes posibles dentro de los límites más corrientes en la industria (del 0% al 1%), con un intervalo de concentraciones entre análisis del 0.10% siempre que fue posible. Se realizaron tres repeticiones de las concentraciones más significativas (0%, 0.50%, 0.80% y 1%).

**Preparación de las muestras a analizar:** Se partió de un peso inicial de cada muestra de 100 gr cascara, y considerando que el peso de la cascara era de 17 gr, todas las muestras pesaron inicialmente 83 gr de arroz integral. El arroz con que se prepararon las muestras estaba ausente de arroz salvaje. Para la preparación de las muestras, fue necesario quitar la misma cantidad de arroz integral que se añadía de rojo, consiguiendo así no modificar el peso final de la muestra (83 gr integral).

**Determinación del tiempo de blanqueado:** el tiempo de blanqueado establecido para cualquier porcentaje de arroz salvaje, ha sido el mínimo posible, obteniendo así el máximo rendimiento en entero. Teniendo en cuenta esta premisa, las muestras se han blanqueado cogiendo de referencia el tiempo de permanencia al molino del porcentaje anterior. Una vez obtenido arroz elaborado, se cuantifican los rojos y veteados rojos. Si su contenido es menor al máximo que establece la legislación española (0.50%), la muestra quedará aceptada. En el caso que sea mayor al permitido por la ley, la muestra quedará rechazada teniendo que preparar nuevamente una muestra con el mismo porcentaje de arroz salvaje y aumentando el tiempo de blanqueado.

## RESULTADOS

Fueron considerados granos enteros, aquellos que quedan definidos según la legislación como “*granos enteros sin defecto*” y por tanto su coloración externa es blanca. Los defectuosos incluyen diferentes tipos de granos como son los rojos, veteados rojos, verdes, yesosos, picados, manchados, amarillos y cobrizos. El cilindro fue considerado como la diferencia entre el peso inicial de arroz integral y el total blanco que incluye los enteros, medianos y defectuosos. El porcentaje de pérdidas fue calculado en referencia al análisis realizado con ausencia de arroz salvaje. Se consideró que en este caso la producción era máxima, mientras que en el resto de los análisis

los contenidos de salvaje provocaban la disminución del rendimiento en enteros lo cuál generó las pérdidas que cuantificamos.

**Experimento 1:** los resultados pueden verse en la tabla 1 y en la figura 1.

**Experimento 2:** los resultados pueden verse en la tabla 2 y en la figura 2.

## DISCUSIÓN.

En las tablas 1 y 2 observamos la evolución de cada parámetro analizado. En primer lugar, el incremento progresivo del tiempo de permanencia al molino que, se debe al aumento del contenido de arroz salvaje genera una disminución en enteros y un incremento de medianos y cilindro.

La tendencia de los medianos o rotos es incrementar a medida que el porcentaje de rojo aumenta. Éste es un dato muy significativo ya que los medianos están muy depreciados en relación con los enteros, razón por la que la pérdida económica generada en este proceso es muy importante.

Todos los granos defectuosos evolucionan de la misma manera a medida que aumenta el tiempo de blanqueado, su tendencia es disminuir. Una parte de ellos queda totalmente eliminada, consiguiendo de esta manera reducir su contenido en el producto elaborado.

El cilindro es un producto de poco valor y su tendencia es incrementar a medida que el tiempo de blanqueado es mayor, de manera que se convierte en otro motivo para justificar que el arroz debe pasar el tiempo estrictamente necesario dentro del molino para obtener arroz comercial.

El porcentaje de pérdidas tiene un especial interés. A medida que el rendimiento en entero decrece aumentan las pérdidas producidas, quedando debidamente cuantificadas.

En ambas figuras queda constatado que el incremento de granos rojos disminuye el porcentaje de enteros. Cabe destacar la magnitud de las pérdidas que se generan en porcentajes de arroz salvaje relativamente bajos. En el caso del 0.50% de arroz salvaje el rendimiento obtenido está alrededor del 54%, mientras que con un 1% de granos rojos el rendimiento baja hasta un 48%. En el ámbito industrial, niveles de rendimiento inferiores al 50% resultan ser inusuales ya que són también poco productivos. Solo determinadas variedades producen rendimientos inferiores al 50%.

En las figuras se puede observar que las concentraciones de rojos del 0.1%, 0.2% y 0.3%, no han sido analizadas. El motivo que justifica la ausencia de estos análisis es que, en arroz elaborado estos contenidos de salvaje, no sobrepasan el máximo establecido, 0.50%. Por tanto las muestras con estos contenidos de salvaje en el arroz integral, pueden permanecer al molino el mínimo tiempo posible obteniendo el máximo rendimiento en enteros. A partir del 0.4% debemos aumentar el tiempo de blanqueado para no sobrepasar el 0.50% en arroz elaborado, de manera que estamos reduciendo el rendimiento en enteros.

## CONCLUSIONES

Se concluye de todos los análisis realizados que, todo el tiempo que esté de más el arroz en la etapa de blanqueado supondrá pérdida de rendimiento en enteros, a favor de otros parámetros como son los medianos y el cilindro.

Se deduce de los resultados de la experiencia 1, las graves consecuencias que supone para la industria la elaboración del arroz en presencia del arroz salvaje. Las pérdidas generadas en los porcentajes más altos de arroz salvaje son desmesuradas, pudiendo alcanzar el 60%.

Los resultados de la experiencia 2 cuantifican las pérdidas generadas en un proceso de transformación a escala real. Podemos considerar frecuentes en la industria arrocera actual porcentajes de arroz salvaje alrededor del 0.50%, con lo cuál se está generando automáticamente una pérdida aproximada del 10% del total de la producción en enteros, considerando el molino como la única vía de eliminación de los granos defectuosos.

El arroz salvaje es altamente sensible al desgrane (CATALA, 1997), pero aún así una pequeña parte de los granos se quedan en la espiga y se cosechan junto con el cultivar. De este trabajo se concluye que mínimos contenidos en granos rojos producen importantes pérdidas en enteros, lo que nos abre una vía a futuros trabajos: estudiar la posible eliminación de los granos rojos antes del proceso de blanqueado, para así maximizar el rendimiento.

### AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la colaboración desinteresada de la Cámara Arrocera de Amposta y muy especialmente del equipo de Control de Calidad.

### BIBLIOGRAFIA

- CATALÀ, M.M., (1997) El arroz salvaje: problemática, identificación y control. Cultivo del arroz en clima mediterráneo. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, 171-184.
- OLIVEIRA, M.A.B; BARROS, J de A.I (1986) Influência da quantidade de arroz vermelho no percentual de grãos inteiros Lav. arrozeira, Porto Alegre, 39(368) set./out, 26-27
- TABERNER, A., FABREGUES, C., GODALL, M., (1993). *Echinochloa* sp. y *Oryza sativa* L. (arroz salvaje), importancia y métodos de control en el cultivo del arroz en el Delta del Ebro (Cataluña). Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 212-217
- PONS, L., (1994) Caracterització morfològica de les diferents tipologies d'arròs salvatge (*Oryza sativa* L.) present en els camps d'arròs del delta de l'Ebre. Projecte Final de Carrera de la E.T.S. d'Enginyeria Agrària de Lleida.

Summary: The effect of red rice content on head rice.

Traditionally the way to eliminate the red rice in the industry, is to increase the time of milling this then eliminates the red pericarp (the part covering the seed), this method, however, produces a loss in the head rice. It has now been found through the experience of quality analysis with different percentages of red rice the quantity of loss. **Experiment 1:** the analysis of this section contained high levels of red rice. The measure of loss amounted to 60% of the head rice, having initially 4% of red rice. **Experiment 2:** In this section the concentrations of red rice used was the amount most commonly used at present in the industry thus allowing to value the amount of loss generated during the total process. It amounted to a loss of 10% for those factories in the industry that only has initially 0.50% of red rice.

Keywords: rice, rice quality.

Tabla 1-Resultados completos de los análisis del experimento 1.

	% ARROZ SALVAJE								
	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
T.blanqueado (minutos)	1.00	1.50	3.00	4.40	6.10	7.20	8.00	9.00	10.30
<b>% Enteros</b>	<b>60.70</b>	<b>55.80</b>	<b>48.95</b>	<b>43.30</b>	<b>33.50</b>	<b>32.35</b>	<b>30.75</b>	<b>28.90</b>	<b>24.10</b>
% Medianos	11.45	13.85	17.35	19.40	24.10	24.70	27.30	28.45	25.80
% Defectuosos	1.75	1.10	0.85	0.60	0.40	0.20	0.40	0.40	0.10
% Cilindro	9.10	12.25	15.85	19.70	25.00	25.75	24.55	25.25	33.00
<b>% Pérdidas</b>	<b>0.00</b>	<b>8.07</b>	<b>19.36</b>	<b>28.67</b>	<b>44.81</b>	<b>46.71</b>	<b>49.34</b>	<b>52.39</b>	<b>60.30</b>

Figura 1.-Relación del rendimiento en entero con el porcentaje de arroz salvaje. Resultados del experimento 1.

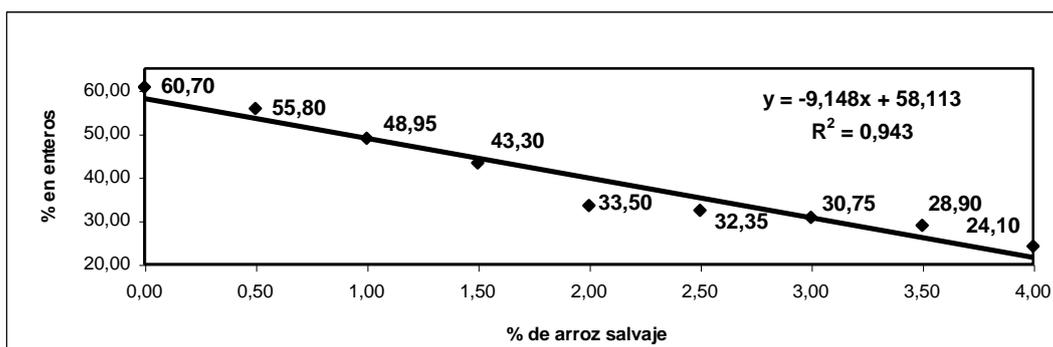
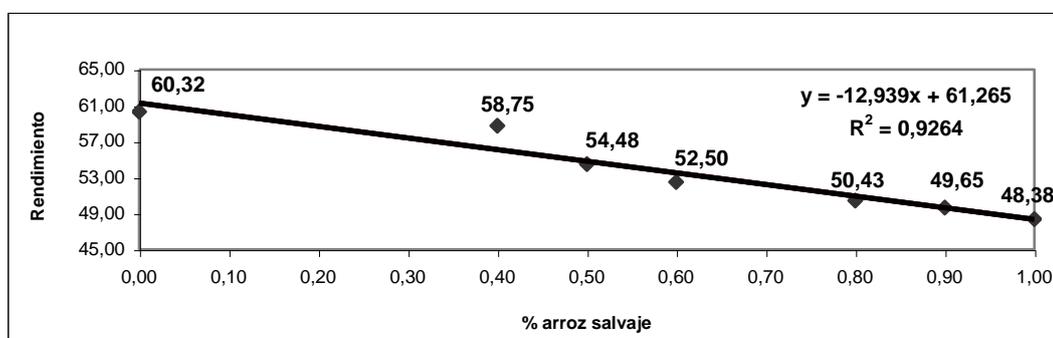


Tabla 2- Resultados completos de los análisis efectuados en el experimento 2.

	% ARROZ SALVAJE						
	0.00	0.40	0.50	0.60	0.80	0.90	1.00
T. blanqueado (minutos)	1.00	1.20	1.50	2.30	2.40	2.50	3.00
<b>% Enteros</b>	<b>60.32</b>	<b>58.75</b>	<b>54.48</b>	<b>52.50</b>	<b>50.43</b>	<b>49.65</b>	<b>48.38</b>
% Medianos	11.72	12.15	14.28	14.95	16.02	16.60	17.32
% Defectuosos	1.82	1.70	1.28	1.25	1.07	1.10	0.98
% Cilindro	9.15	10.40	12.95	14.30	15.48	15.65	16.32
<b>% Pérdidas</b>	<b>0.00</b>	<b>3.21</b>	<b>10.25</b>	<b>13.51</b>	<b>16.92</b>	<b>18.20</b>	<b>20.30</b>

Figura 2.-Relación del rendimiento en enteros con el porcentaje de arroz salvaje. Resultados del experimento 2



## **CONTROL INTEGRADO DEL ARROZ SALVAJE EN LOS ARROZALES DEL DELTA DEL EBRO**

M.M. CATALA; J. LLATSER; L. TORNE; M. LOPEZ.  
IRTA/EEE Apdo. 203 .43870 Amposta (Tarragona)

Resumen: El arroz salvaje es una de las malas hierbas más preocupantes en el cultivo del arroz, cualquiera que sea la estrategia de control utilizada se verá influenciada por las prácticas agronómicas previas al cultivo. Un correcto manejo de la paja, una labor preparatoria del suelo adecuada y un apropiado manejo del agua acorde con el método de control a utilizar permitirán optimizar los resultados. En dos parcelas con suelo de distinta textura se comparó un herbicida preemergente (dimetenamida 90% a 1.5 l/ha), un herbicida postemergente (cicloxidim 10% a 4 l/ha) y un control mecánico (dos fangueados) con un testigo no tratado. Elevadas infestaciones de arroz salvaje se controlaron eficazmente con los tres tratamientos y sin diferencias significativas entre ellos en ninguna época del cultivo. Los rendimientos fueron significativamente superiores al del testigo y el contenido en rojos fue significativamente reducido.

Palabras clave: arroz, malas hierbas.

### **INTRODUCCIÓN**

El control del arroz salvaje en el delta del Ebro es hoy en día en un gran número de explotaciones una práctica más de las que forman parte del cultivo del arroz. Los ensayos realizados por el IRTA/EEE en las campañas 91, 92 y 93 (CATALA, 1995), se podrían resumir en la introducción del fangueado para el control del arroz salvaje en el delta del Ebro; sin embargo no todas las explotaciones arroceras han aceptado gustosamente esta solución, debido a algunos inconvenientes que presenta: crecimiento de algas, malas hierbas, hongos y plagas (quironómidos) que disminuyen la nascencia y al retrasar la recolección aumentan el riesgo de daños por tormentas en otoño (TABERNER *et al*, 1997).

La aprobación de un proyecto europeo de tres años de duración nos permitió estudiar el impacto sobre la emergencia del arroz salvaje de la preparación del suelo y de distintos manejo de la paja y del agua y ensayar herbicidas pre y postemergentes para el control del arroz salvaje (CATALA, 1998a; 1998 b; 1998c) con lo cual se puede optimizar la eficacia de los tratamientos que vayan a ser utilizados y a la vez buscar alternativas al fangueado y/o optimizarlo.

El objetivo del presente trabajo es el buscar soluciones que integren manejo de paja, suelo y agua para optimizar los resultados del herbicida preemergente y el postemergente que dieron los mejores resultados la campaña anterior y la práctica tradicional de control en la zona (el fangueado).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en 1998 en dos parcelas del delta del Ebro infestadas espontáneamente por arroz salvaje.

Las diferencias entre ambas parcelas fueron los niveles de infestación de arroz salvaje y la textura del suelo, que en el caso de la finca denominada IR es arenosa, con un 89.8 % de arena y 0.7% de materia orgánica y la denominada LP es franco limosa con un 28.4% de arena y 2.2 % de materia orgánica.

La paja se incorporó mediante una labor de fangueado durante el otoño- invierno (práctica habitual en el delta del Ebro), ya que experiencias anteriores pusieron de manifiesto que no hay efecto directo de ésta sobre la posterior emergencia del arroz salvaje ni sobre el banco de semillas. La preparación del suelo fue de un pase de cultivador superficial seguido de 2 pases de rulo; éste último pase sirvió para la incorporación del abonado de fondo. Es de destacar que se realizó en todo momento un laboreo muy superficial para maximizar las posteriores emergencias de arroz salvaje (CATALA, 1998a). La entrada de agua se realizó en todos los casos inmediatamente que se pudo disponer de ella, y se mantuvo en la parcela una delgada lámina de agua, también para favorecer la máxima emergencia de arroz salvaje (CATALA, 1998a). Sólo cuando el tratamiento lo requirió el manejo, del agua fue distinto.

El experimento se realizó siguiendo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones; los tratamientos ensayados fueron: 1) Dimetenamida 90% (Frontier) a 1.5 l de pc/ha, producto no registrado en el cultivo del arroz, 2) Cicloxidim 10 % (Focus ultra) a 4 l pc/ha y 3) dos fangueados; todos ellos se compararon con el 4) testigo no tratado. Los herbicidas utilizados fueron aquellos que dieron los mejores resultados la campaña anterior (CATALA, 1998b, 1998c).

Cada parcela experimental tuvo una superficie de 700m<sup>2</sup>. La aplicación del herbicida se realizó mediante un pulverizador manual de mochila tipo Matabi con un regulador de presión que nos aseguró que se trabajaba a una presión constante de 2 atm, a la salida se acoplaron unas barras de pulverización de 1.5 m de longitud.

El manejo del agua fue el siguiente: en el tratamiento 1) a los 4 días de la inundación la parcela se drenó y se aplicó la dimetenamida, reinundándose de nuevo a los 4 días del tratamiento y a los 18 días en IR y a los 24 días en LP se sembró; en el tratamiento 2) se mantuvo una delgada lámina de agua y a los 21 días se aplicó el cicloxidim previo drenaje del suelo, las plántulas de arroz salvaje estaban en 1-2 hojas la parcela se volvió a inundar a las 24 h para proceder a la siembra a los 2 días en IR y a los 8 días en LP; en el tratamiento 3) se mantuvo la delgada lámina del agua en todo momento a excepción de los drenajes realizados en los otros tratamientos y que le afectaron indirectamente, a los 15 días se realizó un primer fangueado , realizándose el segundo fangueado a los 4 días en IR y a los 6 días en LP; a los 2 días en IR y a los 7 días en LP se sembró; en todos los casos la siembra se realizó a voleo mediante el uso de maquinaria agrícola de la propia finca.

Después de realizar las labores preparatorias se determinó el banco de semillas de arroz salvaje, tomando para ello 5 muestras por parcela elemental y siguiendo una distribución en X, cada muestra era un prisma de 10cm x 12cm de base y 20 cm de alto. Las muestras se seccionaron en 4 partes cada una, correspondientes a 0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm de profundidad; para cada parcela elemental se juntaron las 5 muestras de la misma profundidad. Las muestras se conservaron en cámara frigorífica a 3 ° C hasta su posterior elaboración. Las semillas de arroz salvaje junto con residuos vegetales se separaron de la tierra mediante la criba bajo chorro de agua, pasando por dos tamices, el superior de 5.6 mm y el inferior de 1.5 mm. La separación de las semillas de arroz salvaje de los residuos vegetales se realizó manualmente.

En el caso del tratamiento con cicloxidim y del fangueado se determinó la nascencia de plántulas de arroz salvaje y de *Echinochloa spp* tirando al azar 10 cuadros de 0.25 m<sup>2</sup>.

A los 15 días después del tratamiento (ddt) se determinó la densidad de arroz salvaje y de *Echinochloa spp* para el cicloxidim y el fangueado; en el caso de la dimetenamida fue a los 30 DDT; en todos los casos se determinó tirándose al azar 5 cuadros de 1 m<sup>2</sup>.

En cada parcela se marcaron 3 cuadros de 5m<sup>2</sup>, en los cuales se determinó la densidad de espigas de arroz salvaje y de la variedad. Cada uno de estos cuadros fue cosechado manualmente para luego trillarse y obtener el rendimiento en Kg/ha al 14% de HR. De cada subparcela de 5m<sup>2</sup> se cogieron 3 muestras de 250 gr para determinar el contenido en rojos.

## RESULTADOS

Los resultados pueden verse en las tablas 1 y 2 para la finca LP e IR respectivamente.

El coste del tratamiento con Frontier es de 9.586 pts/ha, el del Focus Ultra de 22.671 pts/ha y el del doble fangueado de 16.962/ha. En el caso del doble fangueado se podrían disminuir las labores preparatorias del suelo con lo cual se podría producir un ahorro de 13.717 pts/ha.

## DISCUSIÓN

No hay diferencias significativas por lo que al banco de semillas se refiere en ninguna de las dos parcelas del ensayo. Las diferencias entre los tratamientos y los testigos se observan a los 15-30 días del tratamiento en el caso de LP, donde la densidad del banco de semillas es considerablemente mayor al de IR; en ésta última no se observan ninguna diferencia entre tratamientos y testigo hasta el momento en que se valora la densidad de las espigas.

En IR, donde se pudo cuantificar el efecto herbicida de los tratamientos en los primeros estadios de la *Echinochloa spp*, hay que destacar que los tres tuvieron un buen control sobre esta mala hierba. No se realizaron posteriores determinaciones ya que la mala hierba fue controlada mediante posteriores aplicaciones de propanil.

La dimetenamida, el cicloxidim y los dos fangueados no difieren entre ellos en lo que se refiere a la densidad de espigas de arroz salvaje/m<sup>2</sup>, pero los tres difieren significativamente del testigo. El control medio de los tres tratamientos fue del 93%.

Por lo que al rendimiento se refiere se mantiene la misma tendencia: no hay diferencias entre tratamientos pero si entre éstos y el testigo. En el caso de LP los rendimientos del testigo son muy bajos; 3314 kg/ha, mientras que en IR es de 6978 kg/ha.

## CONCLUSIONES

Resulta esperanzador que con un adecuado manejo del suelo, y del agua se han conseguido en todos los caso excelentes controles en el arroz salvaje. Los tres tratamientos han controlado el arroz salvaje eficazmente, sin ningún impacto sobre la variedad cultivada, dando controles que oscilan desde el 88% hasta el 97%. No ha habido diferencias entre tratamientos por lo que *a priori* cualquier método utilizado podrá controlar eficazmente el arroz salvaje; pero a la hora de elegir cual es la mejor alternativa para combatir el arroz salvaje habrá que tener en cuenta varios factores: el nivel de infestación de arroz salvaje, el tipo de suelo, la gestión de la explotación (disponibilidad de maquinaria, calendario de cultivo...), el factor económico y por supuesto el medioambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Sin la desinteresada colaboración de las fincas SAT El Pantar y Agrodesa, no se hubiese podido realizar el presente trabajo.

Este trabajo forma parte del proyecto “*Biology and Integrated Control of Red rice*”.FAIR PL96-1450.

## BIBLIOGRAFÍA

- CATALA, MM; Reguant, F. (1994). Descripción del cultivo del arroz en el Delta del Ebro (Tarragona). *Agrícola Vergel*, noviembre: 633-636.
- CATALA, MM. (1995) Chemical and cultural practices for red rice control in rice fields in Ebro Delta (Spain). *Crop Protection*, vol 14 num 5 : 405-408.
- CATALA, MM. (1998a). Optimización de las prácticas culturales en el control del arroz salvaje: resultados de la campaña 1997. *Agrícola Vergel*, octubre: 576-579.
- CATALA MM. (1998b). Primeros avances sobre la posible aplicación de herbicidas antigerminativos en el control del arroz salvaje en el delta del Ebro. *Agrícola Vergel*, noviembre: 600-604.
- CATALA MM. ( 1998c). Ensayo de la eficacia de diferentes tratamientos en postemergencia del arroz salvaje (*Oryza sativa* L.). *Agrícola Vergel*, diciembre: 658-661.
- TABERNER, A.; FABREGUES, C. (1997) Control de l'arròs salvatge. *Catalunya Rural i Agraria* (31) 5-27.

Summary: Integrated control of red rice in Ebro delta rice fields. Red rice is the most important weed in rice fields, and whatever the control strategy used in red rice control, the agronomy practices will affect it. An integration of straw management, soil preparation and water

management according to control method can optimize the results. Two herbicides: 1) one preemergent (dimetenamide 90% at 1.5 l/ha), 2) one postemergent (cicloxidim 10% at 4 l/ha) and a mechanical methods (two puddlings) were tested in two soil textures. Red rice was controlled even with high infestation level without significant differences between treatments. Yield was increased when red rice was controlled, whatever the treatments, and red rice content was significantly reduced.

Keywords: rice, weeds.

Tabla 1. Resultados del ensayo en la Finca LP: Banco de semillas de arroz salvaje en n°/m<sup>2</sup>, emergencia de arroz salvaje en n°/m<sup>2</sup> y Echinochloa spp en n°/m<sup>2</sup>, densidad de espigas del arroz salvaje (AS) en n°/m<sup>2</sup>, de la variedad cultivada (AC) en n°/m<sup>2</sup>, densidad total de espigas en n°/m<sup>2</sup>, infestación de arroz salvaje (n° espigasAS/100 espigas totales), producción en Kg/ha al 14% HR, contenido en rojos del arroz cosechado, y porcentaje de control del arroz salvaje.

BANCO DE SEMILLAS																
TRATAMIENTO	0-5	5-10	10-15	15-20	0-20	Nas AS	Nas <i>Echi.</i>	AS 15-30ddt	Esp	Esp	Esp	Infest	kg/ha	Peso Rojos	%control AS	
	cm	cm	cm	cm	cm	pl/m2	pl/m2	pl/m2	AS/m2	AC/m2	total/m2	AS (%)	(14% HR)	(g/250g)	floración	
Frontier (1.5 l/ha)	139	506	50	8	1956	.	.	0,6	12,3 b	281,0 a	293,3	4,3 b	5623,1 a	2,3 b	89,9	
Focus ultra (4 l/ha)	123	317	56	11	1622	15,3	46,4	0,9	11,3 b	281,1 a	292,4	4,3 b	6195,6 a	3,9 b	90,6	
Fagueado	111	522	139	0	1772	13,9	43,5	0,4	3,6 b	309,1 a	312,7	1,6 b	5929,5 a	1,9 b	97,0	
Testigo	139	506	50	8	1956	15,3	46,4	15,33	120,8 a	96,2 b	217,0	55,5 a	3314,2 b	52,0 a		
Nivel significación	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1%	1%	1%	ns	1%	1%	1%		

ns. No existen diferencias significativas.

Dentro de una misma columna, valores seguidos de letras distintas son considerados significativamente distintos, según el test de Duncan, al nivel de significación que se indica.

Tabla 2. Resultados del ensayo en la Finca IR: Banco de semillas de arroz salvaje en n°/m<sup>2</sup>, emergencia de arroz salvaje en n°/m<sup>2</sup> y Echinochloa spp en n°/m<sup>2</sup>, densidad de espigas del arroz salvaje (AS) en n°/m<sup>2</sup>, de la variedad cultivada (AC) en n°/m<sup>2</sup>, densidad total de espigas en n°/m<sup>2</sup>, infestación de arroz salvaje (n° espigasAS/100 espigas totales), producción en Kg/ha al 14% HR, contenido en rojos del arroz cosechado, y porcentaje de control del arroz salvaje.

BANCO DE SEMILLAS																
TRATAMIENTO	0-5	5-10	10-15	15-20	0-20	Nas AS	Nas <i>Echi.</i>	AS 15-30ddt	<i>Echi.</i> 15-30	Esp	Esp	Esp	Infest	kg/ha	Peso Rojos	%control AS
	cm	cm	cm	cm	cm	pl/m2	pl/m2	pl/m2	ddt pl/m2	AS/m2	AC/m2	total/m2	AS (%)	(14% HR)	(g/250g)	floración
Frontier (1.5 l/ha)	17	17	28	0	61	.	.	0,2	1,4 b	0,3 b	305,3	305,6	0,1 b	7776,1 b	0,1 b	95,6
Focus ultra (4 l/ha)	50	22	17	0	89	0,1	55,1	0,1	2,1 b	0,8 b	329,3	330,2	0,3 b	7831,6 b	0,1 b	88,2
Fagueado	22	83	6	11	122	0,0	46,3	0,0	0,9 b	0,3 b	304,0	304,3	0,1 b	8111,0 b	0,1 b	95,6
Testigo	17	17	28	0	61	0,1	55,1	0,3	15,2 a	6,8 a	284,7	291,5	2,4 a	6978,4 a	1,0 a	
Nivel significación	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1%	1%	ns	ns	1%	5%	10%	

ns. No existen diferencias significativas.

Dentro de una misma columna, valores seguidos de letras distintas son considerados significativamente distintos, según el test de Duncan, al nivel de significación que se indica.

**CONTROL DE ARROZ SALVAJE Ó ARROZ SILVESTRE  
( *Oryza sativa* L.) EN CAMPOS DE ARROZ DE NAVARRA**

A. TIEBAS

Instituto Técnico y de Gestión Agrícola.  
Ctra. Sadar s/n, edificio El Sario. 31006 Pamplona

Resumen: En la primavera de 1996 se comenzó con el primer ensayo en Navarra contra arroz salvaje (*Oryza sativa* L.). Durante tres años se han estudiado los diferentes comportamientos de varios herbicidas en el control de esta mala hierba. En estos se ha comprobado que los productos más constantes y de eficacias más altas fueron cicloxidim 10% y oxadiazon 25%. El fangueado y el glifosato 36% dieron resultados más irregulares. También se observó el buen efecto de estos productos en el control de *Echinochloa* spp

Palabras clave: Arroz salvaje, herbicidas, cicloxidim, oxadiazon, fangueado, glifosato, *Echinochloa* spp.

## INTRODUCCIÓN

En Navarra la superficie cultivada de arroz es de 1820 hectáreas, manteniéndose de forma constante.

Las variedades de arroz que se siembran actualmente, son capaces de producir formas adventicias variadas en la mayoría de arrozales de siembra directa (BATALLA, 1987). Estas formas adventicias son estables y dan descendientes homogéneos.

Las características de este arroz han sido estudiadas por varios autores (BATALLA 1987, COPPO et al 1990). Algunas de estas características como el fácil desgrane y la larga conservación están originando rápidas infestaciones en la zona de Arguedas, donde la rotación de cultivos es muy difícil debido a la elevada salinidad de los suelos. Se calcula un porcentaje aproximado entre un 15-20 % de infestación de esta mala hierba.

Su control ha sido y sigue siendo objeto de experimentación. El objetivo de estos ensayos fue precisamente buscar métodos de lucha tanto química o mecánica basados en la experiencia de otros autores y organismos ( CATALÁ, TABERNER et al, GÓMEZ DE BARREDA et al, J. ALBERTI et AL, ADRET et al. ) aplicándolos a las condiciones del clima más fresco de Navarra.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron los tres ensayos en fincas pertenecientes a Caja Rural de Navarra, localizadas en Arguedas, zona más amplia de Navarra en cuanto a cultivo de arroz (1458 ha), con infestaciones naturales de arroz salvaje (A S).

El tipo de suelo era franco arcillo limoso con un contenido en materia orgánica comprendido entre 1,69-2,49% y la conductividad C.E. (1:1) en dS/m de 1,26 a 1,69.

Las parcelas experimentales tenían unas dimensiones de 4 x 5 m de largo , distribuidas en bloques al azar con tres repeticiones. Estaban cada una de ellas separadas por chapas enterradas en el suelo unos 20 cm antes de la inundación de la parcela y con entrada y salida independiente del agua. Las variantes ensayadas los tres años figuran en las tablas 1,2 y 3.

Las aplicaciones de los herbicidas se realizaron con mochila de presión previa y con un volumen de agua de 300 l/ha en todas las variantes.

Campaña 1996				
Composición	N.comercial (N c)	Dosis (N.c) l/ha	Fecha aplicación	Estado fenológico A S
oxadiazon 25%+glifosato 36%	Ronstar+Roundup Plus	1+3	23 mayo	1-3 hojas
glifosato 36%	Roundup Plus	3	23 mayo	1-3 hojas
cicloxidim 10%	Focus Ultra	3	23 mayo	1-3 hojas
pretilacloro 24%	Sofit	4,5	20 mayo	ger-2 hojas
-	Destrucción mecánica	-	23 mayo	1-3 hojas
-	Testigo	-	-	-

Tabla 1: Variantes ensayadas Campaña 1996

Las parcelas se inundaron el 17 de abril excepto el testigo y pretilaoloro que se debían inundar antes de la siembra pero por problemas de infiltración de agua aparecieron con agua para el 26 de abril. Las aplicaciones del herbicida se retrasaron mucho debido a las bajas temperaturas y el 23 de mayo se realizaron las aplicaciones con el arroz salvaje entre 1 y tres hojas, y las parcelas con muy poca agua entre un nivel 3-4 (Catalunya Rural Agraria nº31). A los 5 días se lavaron todas las parcelas. La siembra del arroz se realizó el 6 de mayo en las variantes testigo y pretilaoloro y el 4 de junio en todas las demás. La variedad sembrada fue Lido. La variante con destrucción mecánica se realizó manualmente simulando la labor de fanguedo y se repitió en las dos campañas siguientes.

Campaña 1997

Se modificaron algunas variantes respecto al año anterior.

N.comercial (N c)	Composición	Dosis (N.c) l/ha	Fecha aplicación	Estado fenológico A S
Ronstar+Roundup Plus	oxadiazon 25%+glifosato 36%	1+3	6 mayo	germ-1 hoja
Roundup Plus	glifosato 36%	3	12 mayo	2 hojas
Focus Ultra	cicloxdim 10%	3	12 mayo	2 hojas
Ronstar	oxadiazon 25%	2	22 abril	pre-germinación
Destrucción mecánica	-	-	12 mayo	2 hojas
Testigo	-	-	-	-

Tabla 2: Variantes ensayadas Campaña 1997

El abonado de fondo se realizó el 8 abril. la inundación de las parcelas el 12 abril con unos niveles bajos, 7-10 cm (Nivel 5). Se aplicó alguicida el 23 de abril. En la variante oxadiazon, 14 días después de la aplicación y 24 de la inundación se renueva el agua y se vuelve a inundar para sembrar al día siguiente 7 de mayo. En la variante oxadiazon más glifosato se espera para realizar la aplicación a la nascencia de algún arroz salvaje, esto se produjo el 6 de mayo, para lo cual se secó la parcela volviéndose a inundar el 9 de mayo. La siembra se realizó el 12 de mayo. Por último, en las variantes de cicloxdim, glifosato y destrucción mecánica se secaron las parcelas el día anterior a la aplicación y se inundaron el día anterior a la siembra, realizando ésta el 16 de mayo. La variedad de arroz sembrada fue Loto.

Campaña 1998

Se sigue con la misma dinámica que en la campaña anterior, variando las fechas.

Composición	N.comercial (N c)	Dosis (N.c)l/ha	Fecha aplicación	Estado fenológico AS
oxadiazon 25%+cicloxdim 10%	Ronstar+Focus Ultra	1+2	13 mayo	Germinación 1 hoja
glifosato 36%	Roundup Plus	3	18 mayo	2 hojas
cicloxdim 10%	Focus Ultra	3	18 mayo	2 hojas
oxadiazon 25%	Ronstar	2l	30 abril	pre-germinación
-	Destrucción mecánica	-	18 mayo	2 hojas
-	Testigo	-	-	-

Tabla 3: Variantes ensayadas. Campaña 1998

El abonado de fondo se realizó el 7 abril y la inundación de las parcelas el 20 abril con unos niveles bajos 7-10 cm. (Nivel 5). Se aplicó alguicida el 30 de abril. En la variante oxadiazon, 17 días después de la aplicación y 27 de la inundación se renovó el agua y se volvió a inundar para sembrar al día siguiente, 18 de mayo. En la variante oxadiazon más cicloxdim se esperó para realizar la aplicación a la nascencia de arroz salvaje. Esto se

produjo el 13 de mayo y antes de sembrar se lavó la parcela y se procedió a la siembra el 22 de mayo. Por último en las variantes cicloxidim, glifosato y destrucción mecánica se secaron las parcelas el día anterior a la aplicación y se inundaron el día anterior a la siembra, realizando ésta el 22 de mayo, 4 días después de la aplicación. La variedad sembrada como el año anterior fue Loto.

Para el control de hierbas no gramíneas, se realizaron aplicaciones con sulfonil-ureas en las campañas 1997 y 1998. Respecto a *Echinochloa* spp, solo se realizan tratamientos en los testigos.

## RESULTADOS

**Selectividad:** Durante las tres campañas las fitotoxicidades fueron difíciles de evaluar con respecto al testigo porque en éste el adelanto de la *Echinochloa* spp frente al cultivo era importante y enmascaraba el vigor del arroz. En general, todas las variantes se desarrollaron bien, excepto la mezcla oxadiazonr+cicloxidim que produjo un aclareo muy importante del arroz junto con retraso vegetativo.

**Eficacia:** Estos datos se recogen en la tabla 4. El control de arroz salvaje se realizó mediante conteo de espigas por m<sup>2</sup> y se expresa en % de eficacia (Efic AS) respecto al testigo. Respecto a *Echinochloa* spp se expresa en porcentaje de infestación (% Echinoc) en todas las variantes excepto en testigo porque estaba tratado contra esta mala hierba.

Variantes	1996		1997		1998	
	Efic AS	<i>Echinoc</i> %	Efic AS	<i>Echinoc</i> %	Efic AS	<i>Echinoc</i> %
Destrucción mecánica	70 a	83.5	66.6 b	10	65 a	50
Glifosato	98.7 a	38	57 b	10	56 a b	7
Glifosato+oxadiazon	77.4 a	45	63.8 b	8.3	-	-
Glifosato+cicloxidim	-	-	-	-	93 a	6
Cicloxidim	99.9 a	15	99.9 a	1.33	99.9 a	12
Pretilacloro	0 b	3	-	-	-	-
Oxadiazon	-	-	94.5 a b	9	82 a	30
Testigo (espigas/m <sup>2</sup> AS)	103	--	67	--	77	--

Tabla 4. Eficacias medias recogidas en las tres valoraciones realizadas en cada ensayo. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de error de tipo p=0,05.

**Producción:** De las tres campañas sólo se presentan los resultados de la campaña 1997. En la campaña 96 el retraso en la siembra produjo también un retraso importante en la maduración y al ser una variedad de ciclo largo no se pudo cosechar. En la campaña pasada el problema fue una tormenta de granizo. Los resultados de la campaña 1997 transformados al 14% de humedad figuran en la tabla 5.

Variantes	kg./ha
Cicloxidim	5.395 a
Oxadiazon	4.771 a b
Glifosato	4.515 a b
Destrucción mecánica	4.476 b
Oxadiazon+glifosato	4.440 b
Testigo	3.303 c

MDS al 5% = 840,3 kg/ha C.V.= 11,2%

Tabla 5. Datos de Producción en kg./ha.

## DISCUSIÓN

Durante la primera campaña de experimentación se comprobó la buena eficacia contra arroz salvaje de glifosato y cicloxidim, por el contrario la mezcla de estos dos formulados obtuvo eficacias más bajas. La destrucción mecánica fue insuficiente. La formulación a base de pretilacoro (no registrado en España) no controló esta mala hierba, debido quizá a la aplicación excesivamente tardía puesto que es un producto antigerminativo.

En la campaña siguiente, se obtuvieron de nuevo muy buenas eficacias con cicloxidim seguido de oxadiazon aplicado solo, porque en mezcla con glifosato las eficacias fueron insuficientes. Lo mismo ocurre con glifosato que obtuvo una eficacia muy inferior al año anterior. Respecto a la destrucción mecánica la eficacia fue siendo baja.

Es interesante comprobar en este ensayo los resultados de cosecha, los cuales nos muestran la importante competencia que origina el arroz salvaje con diferencias significativas entre variantes y todas ellas con diferencias respecto al testigo.

En esta última campaña el producto de mayor eficacia fue el cicloxidim, la mezcla de glifosato con cicloxidim también fue muy eficaz, pero al dar una importante fitotoxicidad no sería recomendable, quizá se podría ensayar a dosis más bajas. Oxadiazón consiguió eficacias algo más bajas que en la campaña anterior. Con el resto de variantes las eficacias fueron insuficientes.

Respecto a otras malas hierbas señalar la eficacia obtenida contra *Echinochloa* spp con cicloxidim y oxadiazon. En Navarra las nascencias más importantes de esta gramínea ocurren muy temprano por lo que en estos ensayos estos tratamientos han sido suficientes y no han sido necesarias nuevas aplicaciones con otros herbicidas.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en estos ensayos, se conoce un poco mejor la actuación de algunos productos en las condiciones particulares del arrozal de Arguedas. Las buenas eficacias obtenidas contra arroz salvaje y *Echinochloa* spp, con las materias activas, cicloxidim y oxadiazon (en trámite de registro en España), han animado especialmente a los agricultores de esta zona, dando lugar a la realización de algunas parcelas demostrativas.

La técnica de fanguado utilizada hasta ahora, esta siendo sustituida poco a poco por la aplicación de herbicidas, ya que los resultados que se obtienen en la zona con esta técnica son tan irregulares como los obtenidos en los ensayos.

Respecto a glifosato, las eficacias fueron algo irregulares, quizá debido al volumen de agua utilizado (300 l/ha). Sería interesante ensayarlo a volúmenes inferiores. En Arguedas también se han realizado varias aplicaciones con este herbicida y los resultados fueron variables.

## AGRADECIMIENTOS

A Caja Rural de Navarra por la cesión de su finca para la realización de los ensayos y especialmente, a Secundino Mayo Izura persona encargada de dicha finca en Arguedas, y al personal de Tafalla por su labor en la ejecución de estos ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADRET. Et al (1997). Synthèse des réunions techniques. Centre Français du Riz
- ALBERTI et al. (1993). Control químico de arroz salvaje con cicloxidim. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología. 196-204
- BATALLA (1987) Males herbes y desherbantas. La problemática del grans rojos. L'arros. Sessions Tècniques 47-52
- CATALÁ, M<sup>a</sup> M. (1997). Cultivo del arroz en clima mediterráneo. Junta de Andalucía. El arroz salvaje, problemática, identificación y control. 171-185.
- COPPO, & SARASSO , (1990). Il riso Crodo. Cuaderno Agricolo n° 22. Instituto Federale di Credito agrario. Piemonte Liguria Valle d'Aosta.
- GÓMEZ DE BARREDA et al. (1993) Impacto de algunos herbicidas del arroz en cultivos sensibles próximos. Caso de la Albufera de Valencia. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología. 192-195
- GUESQUIÈRE et al. . (1995) Du débouché à la culture. Le Riz 41-44
- MOLETTI. (1993) L'Informatore Agrario n°7. 57-80
- TABERNER A., FABREGUES C. Control de L'arròs salvatge. Catalunya Rural Agraria n° 31, 24-27

Summary: Control wild rice (oriza sativa) in the rice fields of Navarra. In the spring of 1996, work began on the first test in Navarre against wild rice (A S), (*Oryza sativa* L.). Over three years the varying behaviour of different herbicides against this weed has been studied. These studies revealed that the most trustworthy and the most highly efficient products were cicloxidim 10% and oxadiazon 25%. Mud and glifosato 36% gave rather more irregular results. The positive effect of these products in *Echinochloa* spp control was also observed during these test.

Keywords: Wild rice, herbicides, cicloxidim, oxadiazon, mud, glifosato, *Echinochloa* spp.

## **WEEDS IN THE RICE FIELDS OF SADO VALLEY**

T. VASCONCELOS & P. FORTE

Secção de Fitoecologia e Herbologia, Departamento de Protecção das Plantas e de Fitoecologia, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa (Portugal)

Abstract: 50 rice fields were surveyed in Sado Valley in 1998. A total of 31 weed species belonging to 13 families (*Gramineae* - 29 % and *Cyperaceae* - 16 %) were recorded. The species *Echinochloa crus-galli*, *Paspalum paspalodes* and *Oryza sativa* (red rice) showed a high infestation degree while *Alisma plantago-aquatica*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis*, *Azolla filiculoides* and *Lemna minor* exhibited a medium infestation degree. The ecological profiles of the corrected frequencies were calculated for the following factors texture: pH, assimilable phosphorus and potassium, and organic matter. Species were aggregated in ecological groups and their ecological preferences were determined. A change in weed flora was observed.

Key words: rice, weed, infestation degree, ecological profiles

### **INTRODUCTION**

Nowadays rice weed control is usually made by herbicide applications, consequently a change in weed flora is expected. The main objectives of this work were: 1) the characterization of rice weed flora in Sado Valley; 2) to observe the change in weed species and the importance of edaphic factors on flora composition and 3) to compare with rice weed flora in Tagus Valley.

### **MATERIAL AND METHODS**

50 rice fields were surveyed in Sado Valley in 1998 and soil samples at 20 cm deep were also collected for further physical-chemical analysis. An abundance index was attributed to the inventoriated species using the BARRALIS abundance scale (1975), and the mean abundance of each species was calculated by BARRALIS (1976) formula. The infestation degree were determined as MICHEZ & GUILLERM (1984).

The method of ecological profiles and mutual information shared between species and ecological factors (DAGET & GODRON, 1982) were used. The first step is the calculation of the comprehensive profile for each factor (gives the distribution of absolute frequency) and equitability of sampling (relation between observed and entropy for each factor, the higher the value of the fraction ~ the better the sampling). The ecological profiles of the corrected frequencies (found by multiplying relative frequency by the inverse of average relative frequency over total of survey) and mutual information (allows the determination of which variables play an important role in the distribution of species) were calculated for the following factors texture: pH, assimilable phosphorus and potassium, and organic matter. Species were aggregated in ecological groups - scale imbricated groups (the species are grouped with respect to amplitude of ecological profile) and their ecological preferences (determined by calculation of the center of gravity of corrected frequency profile) were determined as reported DAGET (1976) and DAGET *et al.* (1971).

The comparison between present and past rice weed flora (VASCONCELLOS, 1959; ESPÍRITO-SANTO & ROSA, 1981) was necessary to do a correspondence according MAILLET (1992) between abundance scale of BRAUN-BLANQUET (1951) used in 1959 (VASCONCELLOS, 1959) and BARRALIS scale used in the present survey.

## RESULTS AND DISCUSSION

A total of 31 *taxa* were identified belonging to 13 families. Most of the species belonged to the *Gramineae* (29 %) and *Cyperaceae* (16 %). Infestation degree of some identified species is presented in Fig. 1.

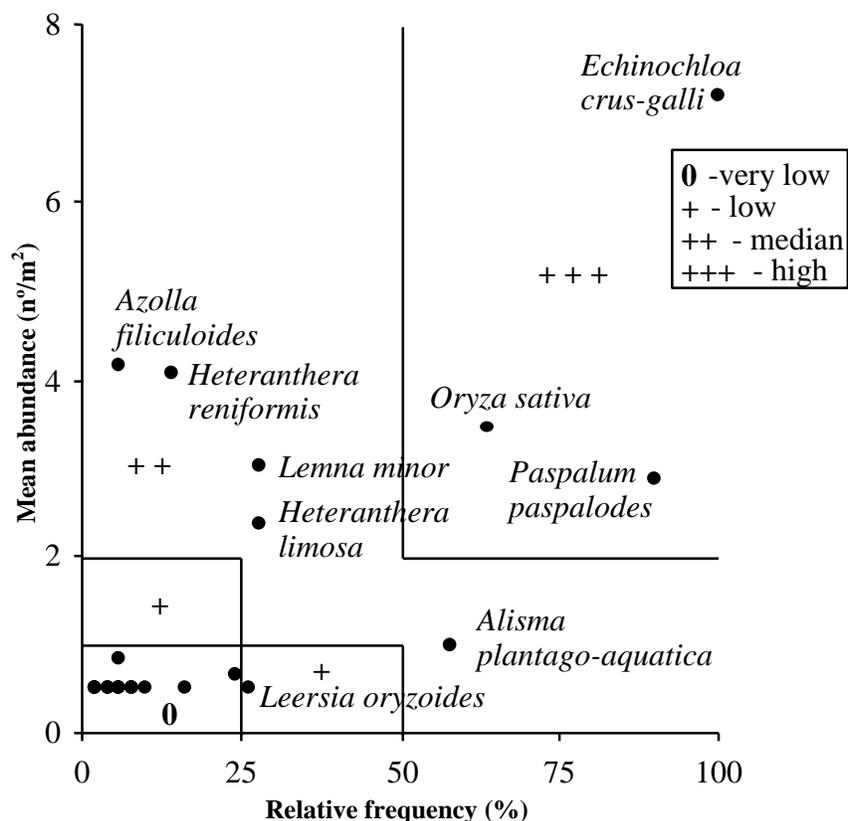


Fig. 1 - Infestation degree

Nowadays the most important weeds are *Alisma plantago-aquatica*, *Echinochloa crus-galli*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis*, *Oryza sativa* (red rice) and *Paspalum paspalodes*.

9 species of alien weeds have been registered in the rice of Sado Valley but the most important are *Heteranthera limosa* and *H. reniformis*.

*Heteranthera limosa* and *H. reniformis* have shown median infestation degree just after being introduced.

*Paspalum paspalodes* was imported from tropical and subtropical region before the 30th decade (SILVA, 1940), although long been present, its importance as a weed can be reduced preventing the root in bordering zones.

A botanical identification of different species of *Echinochloa* is difficult. CARRETERO (1981) reported for Portugal more one species in Sado Valley - *Echinochloa hispidula* (Retz.) Royle.

Comprehensive profiles, equitability of sampling and mean mutual information of 22 species for edaphic factors:

texture: 1 - clay, silty clay and silty clay loam = 12, 2 - silt, silt loam, loam = 21, 3 - sandy loam, loamy sand, sandy = 17; 0.98, 0.05794;

pH (H<sub>2</sub>O): 1 - acid = 14, 2 - slightly acid = 22; 3 - neutral = 14, 0.98, 0.03884;

assimilable phosphorus: 1 - medium = 8, 2 - high = 19, 3 - very high = 23, 0.97, 0.04297;

assimilable potassium: 1 - low and medium = 14, 2 - high = 12, 3 - very high = 24, 0.93, 0.08559;

organic matter: 1 - < 2 = 33, 2 - > 2 = 17, 0.92, 0.03258.

The ecological groups (imbricated groups), ecological preferences for the species with relative frequency > 6 % and the changes in weed species are shown in Table 1.

The main weed in rice were able to colonise almost all classes of factors studied but had an ecological preference for one class.

- The factor soil texture - *Glyceria declinata* and *Ranunculus sceleratus* are only found on classes 1 (clay, silty clay and silty clay loam) and 2 (silt, silt loam, loam) both with ecological preference for class 1.

- The factor soil pH - the most remarkable trend is shown by *Bidens frondosa* and *Callitriche stagnalis* which are restricted to slightly acid soils.

- The factor assimilable phosphorus - the species *Lemna gibba* is restricted to rice fields with very high assimilable phosphorus of soil.

- The factor assimilable potassium - the *Azolla filiculoides*, *Glyceria declinata* and *Scirpus maritimus* are restricted to very high amount of assimilable potassium of soil.

- The factor organic matter is the least active factor. The results for this factor should only be used as a guide.

*Heteranthera limosa* is a species which prefers soils of silt, silt loam and loam texture, slightly acid with medium assimilable phosphorus and potassium while *Heteranthera reniformis* prefers sandy loam, loamy sand, sandy and acid soils.

The comparison among rice flora in 1998 in Sado Valley with rice flora in 1959 (VASCONCELLOS, 1959) and 1980 (ESPÍRITO-SANTO & ROSA, 1981) in Sado Valley and 1997 in Tagus Valley (VASCONCELOS *et al.*, 1998) are shown in Table 2.

The surveys has demonstrated the weed flora changes in rice.

The *Heteranthera* spp. and red rice are spreading mainly within the Sado Valley.

The *Alisma plantago-aquatica* and *Paspalum paspalodes* decreased slightly in Sado Valley.

The *Echinochloa crus-galli* seems to have increased its importance, was registered in all rice fields in Sado Valley in 1998 and with high infestation degree (Fig. 1).

In 1997 survey in Tagus Valley it was less important with the mean abundance 2.9 plants/m<sup>2</sup> (DIAS, 1998).

*Baldellia ranunculoides* was noted in rice fields in Sado Valley in 1990 but nowadays seems to have decreased its importance in this valley and was not registered in Tagus Valley.

Table 1 - Imbricate groups (IG) and ecological preference (EP) for the edaphic factors

taxon	Relative Frequency %	Texture		pH (H <sub>2</sub> O)		Assimilable phosphorus		Assimilable potassium		Organic matter	
		IG	EP	IG	EP	IG	EP	IG	EP	IG	EP
<i>Alisma lanceolatum</i>	6	302	2.7	201	1.2	302	2.3	301	2.1	201	1.5
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	58	301	2.0	301	1.9	301	2.2	301	2.0	201	1.5
<i>Ammannia x coccinea</i>	10	302	2.8	301	2.2	301	1.5	301	1.7	101	1.0
<i>Azolla filiculoides</i>	6	302	2.4	301	2.3	302	2.6	303	3.0	101	1.0
<i>Bidens frondosa</i>	6	302	2.7	202	2.0	201	1.5	201	1.4	101	1.0
<i>Callitriche stagnalis</i>	8	302	2.3	202	2.0	301	2.0	301	1.5	201	1.4
<i>Cyperus difformis</i>	24	301	1.7	301	1.9	301	1.8	301	2.1	201	1.7
<i>Cyperus eragrostis</i>	8	302	2.3	201	2.6	301	1.4	201	1.5	101	1.0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	100	301	2.0	301	2.0	301	2.0	301	2.0	201	1.5
<i>Glyceria declinata</i>	6	201	1.2	301	1.7	302	2.6	303	3.0	201	1.8
<i>Heteranthera limosa</i>	28	301	2.4	301	2.2	301	1.9	301	1.5	201	1.2
<i>Heteranthera reniformis</i>	14	301	2.6	201	1.2	201	1.5	301	1.2	201	1.2
<i>Leersia oryzoides</i>	26	301	1.8	301	2.3	301	2.0	301	2.0	201	1.5
<i>Lemna gibba</i>	6	302	2.7	302	2.5	303	3.0	301	1.5	101	1.0
<i>Lemna minor</i>	28	301	2.3	301	1.9	301	1.8	301	1.6	201	1.4
<i>Lindernia dubia</i>	6	302	2.7	301	2.0	302	2.6	301	1.5	101	1.0
<i>Oryza sativa (red rice)</i>	64	301	1.9	301	2.0	301	2.4	301	2.3	201	1.6
<i>Paspalum paspalodes</i>	90	301	2.0	301	2.0	301	2.0	301	2.0	201	1.5
<i>Phragmites australis</i>	16	301	1.4	301	2.0	302	2.3	301	2.6	201	1.9
<i>Ranunculus sceleratus</i>	8	201	1.2	301	1.7	302	2.7	303	3.0	201	1.8
<i>Scirpus maritimus</i>	6	301	1.9	201	1.7	302	2.6	303	3.0	201	1.5
<i>Scirpus mucronatus</i>	8	302	2.8	301	1.4	201	1.3	201	1.3	101	1.0

Texture: Imbricated groups - 201 (distributed in classes 1 and 2), 301 (distributed in all classes), 302 (distributed in classes 2 and 3); Ecological preference by: class 1 (< 1.5), class 2 (1.5-2.5), class 3 (> 2.5).

pH: Imbricated groups - 201 (distributed in classes 1 and 2), 202 (distributed in class 2), 301 (distributed in all classes), 302 (distributed in classes 2 and 3); Ecological preference by: class 1 (< 1.5), class 2 (1.5-2.5), class 3 (> 2.5).

Phosphorus: Imbricated groups - 201 (distributed in classes 1 and 2), 301 (distributed in all classes), 302 (distributed in classes 2 and 3), 303 (distributed in class 3); Ecological preference by: class 1 (< 1.5), class 2 (1.5-2.5), class 3 (> 2.5).

Potassium: Imbricated groups - 201 (distributed in classes 1 and 2), 301 (distributed in all classes), 303 (distributed in class 3); Ecological preference by: class 1 (< 1.5), class 2 (1.5-2.5), class 3 (> 2.5).

Organic matter: Imbricated groups - 101 (distributed in class 1), 201 (distributed in classes 1 and 2); Ecological preference by: class 1 (< 1.5), class 2 (>1.5).

Table 2 – Comparison among rice weeds in 1959 (VASCONCELLOS, 1959) and 1980 (ESPÍRITO-SANTO & ROSA, 1981) in Sado Valley and 1997 in Tagus Valley (VASCONCELOS *et al.*, 1998)

taxon	Sado Valley				Tagus Valley		
	1959		1980	1998		1997	
	Fr	Am	Fr	Fr	Am	Fr	Am
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	33	1	20-40	6	0.5	28	2.3
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	67	1.6	80-100	58	1	46	3.8
<i>Ammannia x coccinea</i> Rottb.	80	4.2	60-80	10	0.5	36	1.2
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lang.	7	1	0-20			2	0.5
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	18	2.1	0-20	6	4.2	6	0.5
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.			40-60	4	0.5		
<i>Bidens frondosa</i> L.				6	0.8	4	0.5
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.				8	0.5	16	0.8
<i>Cotula coronopifolia</i> L.				2	0.5		
<i>Cyperus difformis</i> L.	49	2.4	40-60	24	0.7	26	0.5
<i>Cyperus eragrostis</i> L.				8	0.5	14	0.5
<i>Cyperus fuscus</i> L.	30	0.7	0-20			2	0.5
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	91	2.5	60-80	100	7.2	98	2.9
<i>Echinochloa oryzicola</i> (Vasinger) Vasinger	61	2.1	40-60	4	0.5	32	0.5
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	18	1		2	0.5	4	0.5
<i>Elatine triandra</i> Schkuhr.	10	0.5					
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roemer & Schultes	21	0.9	0-20			4	0.5
<i>Glyceria declinata</i> Bréb.	18	1.1	40-60	6	0.5	14	5.9
<i>Heteranthera limosa</i> (S.W.) Willd.				28	2.4	6	0.5
<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pavón				14	4.1		
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Swartz			0-20	26	0.5	2	0.5
<i>Lemna gibba</i> L.	77	13.4	0-20	6	0.5	10	45.7
<i>Lemna minor</i> L.	46	8.7	60-80	28	3	58	10.3
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell	7	1	40-60	6	0.8	46	9.5
<i>Lycopus europaeus</i> L. ssp. <i>europaeus</i>				4	0.5	6	0.5
<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	33	0.6	0-20			12	0.7
<i>Lythrum junceum</i> Banks & Solander	23	0.7				2	0.5
<i>Lythrum portula</i> (L.) D.A. Webb			0-20				
<i>Najas minor</i> All.	5	1.9	20-40				
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	14	0.9					
<i>Oryza sativa</i> L. (red rice)				64	3.4	36	1.7
<i>Panicum repens</i> L.				2	0.5	4	0.5
<i>Paspalum paspalodes</i> (Michx) Scribner	100	7.6	80-100	90	2.9	82	0.6
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steudel				16	0.5	16	0.5
<i>Polygonum aviculare</i> L.	7	0.5				10	0.5
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	9	0.7					
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	5	0.5	0-20	2	0.5	4	0.5
<i>Potamogeton natans</i> L.	5	1.2					
<i>Ranunculus sceleratus</i> ssp. <i>sceleratus</i>				8	0.5	4	0.5
<i>Ranunculus trilobus</i> Desf.	4	0.5				6	0.5
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray						4	0.5
<i>Scirpus lacustris</i> L. ssp. <i>tabernaemontani</i> (C.C. Gmelin) Syme				2	0.5	2	0.5
<i>Scirpus maritimus</i> L. ssp. <i>maritimus</i>				6	0.5	24	6.9
<i>Scirpus mucronatus</i> L.	67	1.3		8	0.5	16	1.9
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	67	7.8					
<i>Typha domingensis</i> (Pers.) Steudel				4	0.5	8	0.8
<i>Utricularia australis</i> R. Br.	9	1.5	0-20				

FR - relative frequency, Am - mean abundance

## REFERENCES

- BARRALIS, G. (1975). Resultats d'une enquete sur la repartition et la densité des mauvaises herbes en France. *8ème Conference du COLUMA*. Paris. **4**: 1042-1058.
- BARRALIS, G. (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application à la Côte d'Or. *Vème Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaises Herbes*. **1**: 59-68.
- BRAUN-BLANQUET, J.; ROUSSINE, N.; NEGRE, R. & EMBERGER, L. (1951). *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS. Paris. 297p.
- CARRETERO, J.L. (1981). El género *Echinochloa* Beauv. en el Suroeste de Europa. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 38(1): 91-108.
- DAGET, P. & GODRON, M. (1982). *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*. Collection d'écologie 18. Masson. Paris. 176 p.
- DAGET, P. (1976). Ordination des profils écologiques. *Nat. Monsp.* **26**: 109-128.
- DAGET, P.; DRDOS, I.; GODRON, M.; GUILLERM, J.L.; RUZICHOVA, E. & URVICHAROVA, E. (1971). Fytaekologicky Vyskum Liptovkep. Zhotovenie a interpretacia e Kologichych Zapisov Stanovista. *Quaest. Geobiol.* **9**: 77-112.
- DIAS, M.V.P.T.V. (1998). Infestantes dos arrozais do Baixo Tejo e Baixo Sorraia. Relatório Global do Curso de Engenharia da Produção. Escola Superior Agrária de Santarém, Santarém, 64 p.
- ESPIRITO SANTO, M.D. & ROSA, M.L. (1981). *Contribuição para o conhecimento da evolução da flora infestante dos arrozais*. Centro de Botânica Aplicada à Agricultura da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- MAILLET, J. (1992). Constitution et dynamique des communautés de mauvaises herbes de France et des rizieres de Camargue. *Thèse Doctorat d'Etat Sciences*. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier. 179 p.
- MICHEZ, M. & GUILLERM, J.L. (1984). Signalement écologique et degré d'infestation des adventices des cultures d'été en Lauragais. *7ème Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaises Herbes*. **1**: 155-162.
- SILVA, A.R.P. (1940). O género *Paspalum* em Portugal. *Agron. lusitana*. 2(1): 5-23.
- VASCONCELLOS, J.C. (1959b). *Evolução da vegetação infestante dos arrozais no concelho de Alcácer do Sal*. Comissão Reguladora do Comércio de Arroz. Lisboa. 70 p.
- VASCONCELOS, T.; TAVARES, M. & GASPAR, N. (1998). Aquatic plants in the rice fields of the Tagus Valley. Portugal. *10th EWRS Symposium on Aquatic Weeds 1998*. Lisbon: 143-146.

Resumen: Flora arvense en el cultivo del Arroz en Vale do Sado. Se presentan los resultados del estudio de la flora arvense de los arrozales. El catálogo florístico consta 31 especies distribuidas en 13 familias (*Gramineae* - 29 % and *Cyperaceae* - 16 %). Las especies más frecuentes y abundantes fueron *Echinochloa crus-galli*, *Paspalum paspalodes* y *Oryza sativa* (arroz salvaje). El perfil ecológico de las frecuencias corregidas fué calculado para los factores textura, pH (H<sub>2</sub>O), fósforo asimilable, potasio asimilable y materia orgánica. Las especies fueron agrupadas en grupos ecológicos y se determinaron sus preferencias e ecológicas.

Palabras clave: arroz, malas hierbas, grado de infestación, perfil ecológico.

**CONCLUSIONES DE LOS TRABAJOS SOBRE LA COMPETENCIA DE LAS  
MALAS HIERBAS CON LOS CEREALES DE INVIERNO EN ESPAÑA**

C. TORNER\*, J. AIBAR, A. BELLOSTAS, C. DE LUCAS, M. ESPARZA, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, J.L. GONZÁLEZ-ANDUJAR, R. GONZÁLEZ PONCE, J. IZQUIERDO, L. NAVARRETE, M. ROYUELA, M.L. SALAS, M.J. SÁNCHEZ DEL ARCO, I. SANTIN, M.A. TIEBAS, J. VITTA, C. ZARAGOZA  
Grupo de trabajo “Interacción malas hierbas/cultivos” de la Sociedad Española de Malherbología

Resumen: se presenta una síntesis de los trabajos sobre la competencia de los cereales de invierno en España, realizados por investigadores de la SEMh. Las principales conclusiones generales que se extraen de estos trabajos son: las malas hierbas precoces son las más competitivas por lo que deben ser el objetivo de la escarda. Las pérdidas de rendimiento del cultivo están mejor relacionadas con la biomasa que con la densidad de las malas hierbas. La cebada compite mejor que el trigo. Las variedades de trigo y cebada más altas y de mayor ahijamiento son más competitivas con la avena loca y el vallico. Las siembras a altas densidades permiten reducir el desarrollo de la flora arvense. Se dispone de modelos que pueden predecir los daños causados por la avena loca y el vallico.

Palabras clave: Competencia, Variedades, Densidad, Fertilización, Modelización, Cereales, Avena loca, Vallico

## **INTRODUCCIÓN**

El grupo de trabajo “Interacción malas hierbas/cultivos” de la SEMh se propuso realizar una síntesis de los trabajos realizados en España. Para ello, en el congreso de Valencia 1997, se pidió la colaboración de todas las personas que pudieran aportar datos sobre el tema. A continuación se comentan los resultados de los trabajos recibidos, en relación con la competencia entre los cereales de invierno y diversas malas hierbas, pero principalmente con la avena loca (*Avena sterilis* L.) y el vallico (*Lolium rigidum* Gaudin), dos especies muy frecuentes en estos cultivos de las zonas mediterráneas.

## VARIEDADES

### Cebada de invierno-*Lolium rigidum*

En un estudio en Alcalá de Henares (Madrid) se ha visto que en cuatro variedades de cebada de invierno ‘Dobla’, ‘Hatif de Grignon’, ‘Kym’ y ‘Tipper’, la presencia de vallico (*L. rigidum*) disminuyó los rendimientos alrededor del 24%. El factor que se vio afectado en todas las variedades fue el número de espigas/m<sup>2</sup>. Éste resultado coincide con el observado en Lérida con la variedad ‘Dobla’ (IZQUIERDO, 1997).

La mayor altura (var. ‘Hatif de Grignon’) y el mayor ahijamiento (var. ‘Kym’) fueron características que impidieron el desarrollo del vallico. La variedad ‘Tipper’ (la de talla más baja), es la que más benefició al desarrollo del vallico. Por el contrario las variedades precoces (‘Dobla’) favorecieron al vallico en el momento de la cosecha frente a las tardías (TORNER, datos no publicados).

### Trigo y cebada – *Avena sterilis*

De una manera general, la cebada fue capaz de reducir el desarrollo de la avena loca mejor que el trigo. Igualmente también dependió de la variedad. En estudios realizados en Alcalá de Henares, diferencias en tolerancia y competitividad fueron asociadas a diferencias en precocidad y en altura. Así, el crecimiento de la avena (medido por su número de panículas, su peso seco y por su producción total de semillas) fue de un 80% a un 100% superior en las variedades de trigo de tallas más bajas y precoces (‘Yécora’ y ‘Boulmiche’), que en la más alta y tardía (‘Aragón 03’). Entre las variedades de cebada, la var. ‘Albacete’ (alta y tardía) fue la más competitiva. La mayor tolerancia a la competencia de la avena la presentó la variedad de cebada ‘Hop’, la más tardía, con 19% de pérdidas, y la menor tolerancia la cebada ‘Astrix’, la más baja y precoz, ya que sufrió las pérdidas de rendimiento más altas (52%) (TORNER *et al.*, 1984, 1985).

Los resultados respecto a la talla de las variedades se corresponden con los obtenidos por GONZÁLEZ PONCE (1988) donde variedades de trigo semi-enano y de talla alta sufrieron unas pérdidas del rendimiento de grano del 55,8% y 32,1%, y de proteína por superficie del 49,3% y 34,7% respectivamente, con densidades superiores a 200 plantas/m<sup>2</sup> de avena loca. Las variedades de trigo de talla alta, debido a una competencia por la luz, son más competitivas con *A. sterilis* que las variedades semi-enanas, siendo esta competencia más acentuada a dosis de fertilización nitrogenada más elevada, así se reduce seriamente la productividad de semillas de la mala hierba (SANTIN *et al.*, 1997). Las variedades de cebada con elevada capacidad de ahijamiento a dosis de siembra bajas (<300 semillas/m<sup>2</sup>) redujeron la producción de semillas de *A. sterilis* (GONZÁLEZ PONCE *et al.*, 1991).

Estos resultados se ven confirmados con los estudios realizados con *Galium aparine* (DE LUCAS, 1996). Las variedades de trigo con alta capacidad para interceptar la luz debido a la arquitectura de la planta, resultaron ser más competitivas que las variedades modernas semi-enanas.

## DENSIDAD DE AVENA LOCA

Igual que en la competencia de la cebada con el vallico, el factor más afectado por la densidad de la avena loca y de la cebada, fue el número de espigas/m<sup>2</sup>.

### Densidades de *Avena sterilis*– Trigo

Los resultados fueron muy dispares, por las condiciones climáticas en Navarra, durante dos campañas consecutivas. En la primera campaña se redujo considerablemente la producción de trigo, obteniéndose pérdidas del 17%, 28% y 44% conforme el número de plantas de avena loca/m<sup>2</sup> aumentaban en 25, 50 y 100

respectivamente, teniendo en cuenta que se padeció una gran sequía y una tormenta de granizo. En la segunda campaña no se obtuvieron diferencias al aumentar el número de plantas de la mala hierba/m<sup>2</sup>. Ese año las producciones fueron superiores a la media. Es decir cuando se obtuvieron bajas producciones, las pérdidas fueron superiores, a igualdad de densidad de la mala hierba (TIEBAS *et al.*, 1996). También en trigo se ha observado que altas infestaciones de *A. sterilis* afectaron más a la variedad de trigo Anza que a Pané 247, tanto en su rendimiento como en producción de proteína (GONZÁLEZ PONCE *et al.*, 1990).

#### Densidades de *Avena sterilis* – Cebada

En Alcalá de Henares en tres años de estudio de climatología muy variada, se ha observado que al aumentar la densidad de la avena loca disminuyó el rendimiento de la cebada, oscilando gradualmente los porcentajes de pérdidas desde un 10% con densidades de 20-80 panículas /m<sup>2</sup>, a un 50% con densidades superiores a las 300 panículas/m<sup>2</sup> (TORNER *et al.*, 1991).

En condiciones de déficit hídrico primaveral una densidad conjunta de 15 plantas/m<sup>2</sup> de *Avena*, *Lolium* y *Phalaris*, redujeron los rendimientos de trigo en un 27%, y densidades de las mismas especies de 28 y 60 plantas/m<sup>2</sup> redujeron los rendimientos de cebada en un 37 y 55% respectivamente (GONZÁLEZ PONCE y RODRIGUEZ, 1983).

La biomasa fue un parámetro más representativo de la población de avena que el número de panículas por metro cuadrado. La biomasa refleja diferencias de tamaño entre las plantas y, por tanto, incorpora en sí misma información sobre la densidad de siembra del cultivo y sobre el período de emergencia de la mala hierba.

## DENSIDAD DE LA CEBADA

#### Densidad de la cebada– *Avena sterilis*

En los ensayos llevados a cabo en Alcalá de Henares, los rendimientos de la cebada estuvieron poco afectados por la densidad de siembra, observándose respuestas parecidas en presencia y en ausencia de infestaciones de avena loca. Sin embargo, las pérdidas más altas de rendimientos se obtuvieron con la densidad de siembra más baja (100 kg/ha). Aumentando progresivamente la densidad de la cebada se redujo el número de semillas de avena loca producidas y su peso seco total. La siembra de la densidad más alta de la cebada (250 kg/ha) condujo a una reducción de 53 y 75% de ambos parámetros, comparada con la densidad de siembra más baja. Esto indica la importancia de la siembra de la cebada con densidades altas, hasta ciertos límites, en campos infestados de avena loca, para reducir su crecimiento y reproducción (TORNER *et al.*, 1991).

#### Densidad de la cebada- *Lolium rigidum*

En Lérida *Lolium rigidum* se comportó también de forma muy competitiva cuando la densidad de siembra del cereal era excesivamente baja (25, 50 kg/ha), facilitando su establecimiento, crecimiento y desarrollo, apareciendo plantas altamente competitivas con un mayor número y tamaño de semillas. A estas densidades tan bajas de siembra el umbral económico del vallico fue casi cero, pues muy pocos individuos ya provocan pérdidas. Igualmente que en el caso de la avena los rendimientos de la cebada no parecen haber sido afectados por la presencia del vallico a diferentes densidades de siembra del cultivo (75 y 150 kg/ha). Durante 2 años, y con independencia de las condiciones climáticas, siempre se observó una reducción de la biomasa y del número de espigas de *L. rigidum*, tanto mayor cuanto mayor fue la densidad de siembra de la cebada. Entre otros estudios al respecto se ha visto una disminución del 23% de biomasa del vallico al aumentar la densidad de la cebada de 75 a 100 kg/ha y del 49% al aumentar la densidad de 75 a 300 kg/ha. Independientemente de las densidades más altas del cultivo el umbral económico del vallico en el estudio de Lérida osciló entre las 108 y 122 plantas/m<sup>2</sup> (IZQUIERDO, 1997).

#### PERÍODO DE COMPETENCIA: CEBADA – *Avena sterilis*

En Alcalá de Henares, la competencia entre la cebada y la avena loca se manifestó desde el principio del desarrollo de la cebada, siendo durante el período de ahijamiento cuando el cultivo sufrió más. El retraso en la escarda de la avena loca condujo a una mayor duración de la competencia, y mayores fueron las pérdidas observadas en los rendimientos (alrededor del 50% en competencia durante todo el ciclo). Así mismo, se ha visto que la capacidad de la cebada para competir aumentó con el retraso de la emergencia de la avena (TORNER, 1989). Los daños son tanto más acusados cuando la emergencia de la avena es más anticipada, ocurriendo que si emerge un día antes que el trigo éste se ve afectado no sólo en su rendimiento, sino en su contenido de proteína en grano (GONZÁLEZ PONCE y HERNANDO, 1978). Incluso se ve reducida la absorción de N y P por el trigo, con la consiguiente pérdida de eficacia de la fertilización sobre el cultivo (GONZÁLEZ PONCE, 1987).

Igualmente, GONZÁLEZ PONCE y HERNANDO (1978) observaron que en condiciones de emergencia ligeramente anticipada de la mala hierba y con el mismo número de plantas infestantes que trigo, las pérdidas del rendimiento del mismo fueron del 70%. También se encontró que el trigo sufrió una pérdida del 60% por *A. sterilis*, en condiciones de emergencia simultánea. Se deduce, por tanto, la necesidad de escardar esta mala hierba cuando nace a la vez que el trigo, antes de que éste inicie su ahijamiento (GONZÁLEZ PONCE y CORREA, 1980).

## FERTILIZACIÓN

Diversas investigaciones muestran que *A. sterilis* tiene una mayor capacidad para absorber N, P y K que el trigo (GONZÁLEZ PONCE, 1988; GONZÁLEZ PONCE *et al.*, 1992). La presencia de infestaciones de avena loca reduce drásticamente los niveles de nitratos en el suelo, siendo éste un factor de primer orden en su competencia con los cultivos de trigo (GONZÁLEZ PONCE y LAMELA, 1987). Sin embargo, en otros estudios similares se observó que la dosis de fertilización potásica no fue capaz de alterar las relaciones de competencia entre *A. sterilis* y el trigo (GONZÁLEZ PONCE, 1989).

También se ha observado una superioridad competitiva de la cebada sobre *L. rigidum* debido a su más rápido ahijamiento y absorción de nitratos en el suelo. La dosis de fertilización nitrogenada empleada no alteró las relaciones de competencia entre estas dos especies (GONZÁLEZ PONCE, 1999).

## MODELIZACIÓN

El empleo de modelos matemáticos es una herramienta eficaz para estudiar la competencia entre el cultivo y las malas hierbas, predecir los daños causados y establecer los umbrales económicos sencillos de tratamiento. Para predecir las pérdidas de rendimiento de trigo causadas por la avena loca, AIBAR y ZARAGOZA (1997) han evaluado en Aragón, a lo largo de siete años, diversos modelos. El modelo que tuvo un comportamiento más acorde con la realidad fue de tipo logístico, aunque en ocasiones modelos más sencillos, que incluían la raíz cuadrada de la densidad de panículas de avena loca, también predecían de forma correcta las pérdidas para determinados valores de infestación. En Madrid, comparando diferentes modelos no lineales, el que mejor se ajustó a los datos fue el modelo hiperbólico (GONZÁLEZ-ANDUJAR *et al.*, 1993). En estudios realizados con *L. rigidum* infestando cereales de invierno en la provincia de Huesca, el modelo que mejor se ajustó fue, en cambio, el de tipo logístico (BELLOSTAS y AIBAR, 1994).

Estudios llevados a cabo durante dos años consecutivos en Alcalá de Henares con *Sinapis alba* infestando cultivos de trigo (var. Anza), indican que las pérdidas de rendimientos ocasionadas por *S. alba* pueden ser descritos con bastante precisión utilizando modelos hiperbólicos o exponenciales basados en el área relativa ocupada por la mala hierba. Estos modelos reflejan los diversos grados de pérdidas causados por plantas de *S. alba* emergidas a lo largo del cultivo y, por tanto, fueron más precisos que los modelos que sólo consideraban la densidad de malas hierbas (LOTZ *et al.*, 1996; VITTA y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1996). En estudios complementarios, se observó que las evaluaciones visuales del área foliar permitían predecir algo

mejor las pérdidas de rendimiento que aquellas evaluaciones realizadas sobre la base de número de contactos visuales con la mala hierba, bien sea utilizando fotografías o bien un instrumento diseñado 'ad hoc'. Aparentemente, las evaluaciones visuales de cobertura permiten estimar mejor (y de una forma más sencilla) niveles bajos de infestación que se escapan a los otros métodos (VITTA y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1996).

## CONCLUSIONES

Los daños causados por las malas hierbas en cereales son tanto mayores cuanto más coincidencia haya en la fecha de nascencia de la mala hierba y la del cultivo. Las malas hierbas precoces son las más competitivas, por lo que deben ser el objetivo principal de la escarda.

Las pérdidas de rendimiento del cultivo están mejor relacionadas con la biomasa de malas hierbas o con su área foliar que con su densidad.

La cebada compete mejor que el trigo con las malas hierbas gramíneas.

Existe una apreciable variabilidad entre la competitividad de distintas variedades de trigo y cebada con las malas hierbas. Estas variaciones suelen ir asociadas a diferencias en la precocidad, ahijamiento y, sobre todo, altura de la variedad. Las variedades de trigo y cebada más altas y de mayor ahijamiento son más competitivas con la avena loca y el vallico.

Las siembras realizadas a altas densidades (dentro de un límite) permiten reducir el desarrollo y la capacidad competitiva de las malas hierbas.

Algunos modelos sencillos son útiles para predecir los daños causados por determinadas densidades de avena loca o vallico.

## BIBLIOGRAFIA

- AIBAR, J.; ZARAGOZA, C. (1997). Evaluación de modelos predictivos de pérdidas causadas por avena loca (*Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman y *A. fatua* L.) en el cultivo de trigo en Aragón. Información Técnica Económica Agraria.39, N°1 23-32.
- BELLOSTAS, A.; AIBAR, J. (1994). La importancia de *Lolium rigidum* Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca. Lucas Mallada 6, 55-57.
- DE LUCAS BUENO, C. (1996). The role of cultivar choice for enhanced competitive ability of wheat. PhD Thesis. University of Reading.
- GONZÁLEZ-ANDUJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; TORNER C. (1993). Competencia entre la avena loca (*Avena sterilis* L.) y el trigo de invierno: comparación de modelos empíricos. Investigación Agraria 8.(3), 425-430.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; HERNANDO FERNÁNDEZ, V. (1978). Influencia de la época de siembra y grado de infestación de *Avena sterilis* L., en la competencia de ambas especies. Anales de Edafología y Agrobiología 37 (9-10),839-872.

- GONZÁLEZ PONCE, R.; CORREA CANALES, M. (1980). Efectos de *Avena sterilis* L. sobre *Triticum aestivum* L. según su tiempo de competencia. Rivista di Agronomia 4, 326-329.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; RODRIGUEZ, J. (1983). Experiments with isoproturon for the control of weeds in winter cereal crops. Weed Research 23, 39-43.
- GONZÁLEZ PONCE, R. (1987). Competition for N and P between wheat and wild oats (*Avena sterilis* L.) according to the proximity of their time of emergence. Plant and Soil 102, 133-136.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; LAMELA, A. (1987). Improving the efficiency of nitrogen fertilizer in wheat treated with herbicide for the control of wild oats. Journal of Plant Nutrition 10 (9-16), 1771-1778.
- GONZÁLEZ PONCE, R. (1988). Competition between *Avena sterilis* spp. macrocarpa Mo. And cultivars of wheat. Weed Research 28, 303-307.
- GONZÁLEZ PONCE, R. (1989). Competition between *Avena sterilis* ssp. macrocarpa Mo. Under different potassium fertilizer doses. Agricultura Mediterránea 119, 221-225.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; LAMELA, A.; SALAS, M.L. (1990). Effects of nitrogen and herbicide on grain yield and protein content of a tall and a semi-dwarf wheat (*Triticum aestivum*) cultivars in semi-arid conditions. Plant- Nutrition and Applications (M.L. Beusichem Ed) Kluwer Academic Publ. The Netherlands. 565-568.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; SALAS, M.L.; HERCE, A.; LACASTA, C.; MOLINA, F. (1991). Competencia diferencial de dos variedades de cebada a diversas dosis de siembra con *Avena sterilis* spp. macrocarpa. Mo. Actas Reunión 1991 de la Sociedad Española de Malherbología. Córdoba 92-96.
- GONZÁLEZ PONCE, R.; SALAS, M.L.; HERCE, A. (1992). Competition of wild oat with wheat in comparison to the wheat itself. Biologia Plantarum 34 (3-4), 285-290.
- GONZÁLEZ PONCE, R. (1999). Competition between barley and *Lolium rigidum* for nitrate. Weed Research 38, 453-460.
- IZQUIERDO, J. (1997). Competencia entre margall (*Lolium rigidum* Gaudin) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en condiciones de cultivo mediterráneas. Tesis Doctoral ETS EA. Universitat de Lleida.
- LOTZ, L.A.P.; CHRIESTENSEN, S.; CLOUTIER, D.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; LÉGÈRE, A.; LEMIEUX, C.; LUTMAN, P.J.V.; PARDO, A.; SALONEN, J.; SATTIN, M.; STIGLIANI, L.; TEI, F. (1996). Prediction of the competitive effects of weeds on crop yields based on the relative leaf area of weeds. Weed Research 36, 93-101.
- SANTIN, I.; MACIA, M.J., GONZÁLEZ PONCE, R. (1997). Respuesta de una población de trigo y *Avena sterilis* a la fertilización nitrogenada. Actas del Congreso 1997 de la SEMh., Valencia 51-53.
- TIEBAS, M.A.; ESPARZA, M.; ROYUELA, M. (1996). Competencia de *Avena sterilis* L. spp. *ludoviciana* sobre trigo en zonas secas de Navarra. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. II Congreso de la Sociedad Española de la Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña. 110-116.
- TORNER, C.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L. (1984). Tolerance and competitive ability of winter cereal cultivars in the presence of *Avena sterilis* L. ssp. *Ludoviciana* Dur. Proc. EWRS. Symp. on Weed Problems in the Mediterranean Area, 109-115.

- TORNER, C.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L.; SÁNCHEZ DEL ARCO, M.J. (1985). Tolerancia y capacidad competitiva de diferentes variedades de trigo y cebada en presencia de *Avena sterilis* L. ssp. *Ludoviciana* (Durieu) Nyman. Información Técnica Económica Agraria 59, 65-71.
- TORNER, C. (1989). Estudio de la competencia de *Avena sterilis* L. ssp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman con cereales de invierno. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- TORNER, C.; GONZÁLEZ-ANDUJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1991). Wild oat (*Avena sterilis* L.) competition with winter barley: plant density effects. Weed Research 31, 301-307.
- VITTA, J.I.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C. (1996). Canopy measurements as predictors of weed-crop competition. Weed Science 44, 511-516.

Summary: Conclusions of the works about the competition of weeds with winter cereals in Spain. It is shown a review of the winter cereal competition works in Spain developed by researchers of the SEMh.

The general main conclusions are: the first weeds appeared in the crop are the most competitive plants, so they must be removed. The crop yield losses are better related with the weed biomass than with the weed density. Barley compete better than wheat. Tall and high tillering wheat and barley varieties, are more competitive than the short and with low tillering capacity ones, with *Avena sterilis* L. and *Lolium rigidum* Gaudin. High crop densities allow to reduce the growth of the weeds. There are models that can predict the damage caused by those graminous plants.

**CONCLUSIONES DE LOS TRABAJOS SOBRE LA COMPETENCIA DE LAS MALAS HIERBAS CON LOS CULTIVOS DE REGADÍO EN ESPAÑA**

M.L. SUSO, J. CAVERO, C. FERNANDEZ-QUINTANILLA, J.L. GONZÁLEZ ANDÚJAR, R. GONZÁLEZ-PONCE, A. MEDINA, A. PARDO, M.L. SALAS, M.J. SANCHEZ DEL ARCO, I. SANTIN, C. TORNER, C. ZARAGOZA  
Grupo de trabajo AInteracción malas hierbas/cultivos@ de la Sociedad Española de Malherbología.

Resumen: se presentan una síntesis de las experiencias realizadas sobre la interacción de cebolla, pimiento, remolacha y maíz con las malas hierbas en los regadíos españoles. Se concluye que los cultivos hortícolas, en especial los sembrados en el terreno de asiento, son muy sensibles a la competencia de las malas hierbas, presentando largos períodos críticos de competencia, particularmente el pimiento (3 meses) y la cebolla (74 días) por lo que requieren una escarda precoz y tardía para no tener pérdidas excesivas. Sin embargo, el maíz, en condiciones normales de calor, humedad y nutrientes es un fuerte competidor pudiendo soportar hasta doce semanas desde la nascencia sin pérdidas significativas. No obstante, con temperaturas bajas, fuertes infestaciones y emergencias simultáneas de malas hierbas pueden alcanzarse pérdidas importantes (hasta un 65%).

Palabras clave: cebolla, pimiento, remolacha, maíz, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, períodos críticos.

**INTRODUCCION**

El grupo de trabajo AInteracción malas hierbas/cultivos@ de la SEMh se propuso hacer una síntesis de los trabajos realizados en España. Para ello, en el Congreso de Valencia 1997, se pidió la colaboración de todas las personas que pudieran aportar datos sobre el tema. A continuación se comentan los resultados de los trabajos recibidos en relación con la competencia entre algunos cultivos de regadío y diversas malas hierbas.

## CEBOLLA

La cebolla, a causa de su lento desarrollo inicial y del porte de sus hojas, es uno de los cultivos más sensibles a la competencia de las malas hierbas.

Los trabajos realizados en nuestro país a lo largo de cinco años y localizados en Agoncillo (La Rioja) se refieren a la competencia multiespecífica de una flora donde las especies predominantes eran *Capsella bursa-pastoris* en flora primaveral, y *Solanum physalifolium*, *Datura stramonium* y *Urtica dioica* en la flora estival. Las densidades de las malas hierbas oscilaron entre 87 y 118 plantas/m<sup>2</sup> y la del testigo, cv. Valenciana Grano, era de 50 plantas/m<sup>2</sup>. Los resultados indican que el período crítico de competencia correspondiente al nivel del 5% de pérdidas es de 74 días, entre los estados del cultivo de dos hojas verdaderas y de engrosamiento del bulbo. Desde el principio del período crítico las malas hierbas inician una fuerte fase de crecimiento estimado en 24 g de materia seca/m<sup>2</sup> y día, de modo que a principios de junio (4-5 hojas) el peso seco de las malas hierbas está en relación 15 a 1 con el cultivo. Una vez alcanzado el período crítico, cada día de permanencia de las malas hierbas supone una severa reducción de la cosecha, del orden del 2% diario (SUSO *et al.*, 1988; PARDO, 1990; PARDO *et al.*, 1990).

Los resultados se analizaron en función del estado fenológico de la cebolla, expresado en notación decimal, a partir de una escala desarrollada al efecto, y donde cada estado de desarrollo del cultivo está codificado entre 1 y 10. La A Valenciana Grano@ precisa, a partir de la emergencia, una integral térmica media de 1.9401 día para alcanzar el máximo crecimiento herbáceo, de 2.5001 día para llegar al máximo desarrollo del bulbo y de 3.0001 día para alcanzar la maduración. Expresado en esta escala el período crítico se extiende desde los códigos 2,25 hasta el 7,25. Las malas hierbas que aparecen posteriormente pueden ocasionar problemas en la maduración, secado y recolección de los bulbos (SUSO, 1990); PARDO *et al.*, 1991; SUSO *et al.*, 1991; SUSO *et al.*, 1992).

Los resultados indican la gran sensibilidad de esta especie tanto a la competencia precoz como tardía de las malas hierbas y la necesidad de proteger al cultivo en los primeros estados del desarrollo. Los tratamientos en preemergencia con herbicidas residuales han de ser suficientemente remanentes como para asegurar la protección del cultivo durante este período. Con tratamientos en postemergencia precoz será necesario asegurar una eficacia suficiente en estos momentos. En cualquier caso la selectividad de los tratamientos es esencial para asegurar una buena cosecha. Si no se desean hacer tratamientos herbicidas, no se debe cultivar en siembra directa.

## REMOLACHA AZUCARERA

En remolacha se realizó una serie de experiencias durante 1992 y 1993 en Agoncillo (La Rioja) para evaluar los modelos de competencia basados en la superficie relativa de hojas con uno o dos parámetros (KROPFF y SPITTERS, 1991; KROPFF *et al.*, 1995) para compararlos con el modelo hiperbólico de COUSENS (1985) que utiliza la densidad de malas hierbas y evaluar la posibilidad de utilizar estos modelos en la práctica.

Se cultivó remolacha azucarera AEva@ a densidad de 11,1 plantas/m<sup>2</sup> y la mala hierba, que era la mostaza *Sinapis alba*, a densidades de 0; 2,8; 5,6; 11,1; 22,2 y 44,4 plantas/m<sup>2</sup> sembradas en el momento de la emergencia del cultivo y diez días después.

Los valores del parámetro q (coeficiente relativo de daño), que estima la capacidad de competencia de la mala hierba respecto del cultivo, fueron 21,8 y 11,7 en 1992 y 11,9 y 5,8 en 1993 (hay que tener en cuenta que cuando q=1, la competitividad de la mala hierba y el cultivo son similares). Cuando se introdujo el parámetro m que estima la pérdida máxima relativa del cultivo, sus valores fueron 0,87 en 1992 y 0,93 en 1993. En el modelo de densidades, el parámetro m (que indica la máxima pérdida del cultivo cuando la densidad de la mala hierba tiende hacia valores muy elevados) alcanzó valores de 0,91 y 0,85 respectivamente.

En general los resultados fueron mejor explicados por el modelo del área relativa que por el de las densidades. El modelo del área relativa tiene en cuenta el efecto de los diferentes momentos de emergencia de la mala hierba. La introducción del parámetro  $m$  no aportó una mejora significativa de la predicción. El valor de  $q$  varió considerablemente entre sitios y años, lo que sugiere que la capacidad predictiva del modelo del área relativa debe ser mejorado para que pueda aplicarse en sistemas de manejo de malas hierbas en diferentes entornos (LOTZ *et al.*, 1996).

## PIMIENTO

Durante 1992 y 1993 se estudió la competencia del pimiento cv. Piquillo cultivado en siembra bajo acolchado y en trasplante en Montañana (Zaragoza). Las principales especies arvenses fueron: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *A. blitoides*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Setaria verticillata*, *Datura stramonium* y *Cyperus rotundus*. La biomasa de las malezas fue de 1.425 y 2.274 g/m<sup>2</sup> de materia seca en el cultivo de trasplante y de 990 y 2.666 g/m<sup>2</sup> en siembra, en cada año.

Cuando las malezas permanecieron durante todo el ciclo del trasplante la producción de frutos disminuyó un 70%. En el cultivo de siembra, la competencia desde la nascencia ocasionó la pérdida total de la cosecha. La competencia fue siempre mayor en el pimiento de siembra que en el de trasplante, como consecuencia de la emergencia simultánea de las malezas y el cultivo.

El período crítico de competencia de las malas hierbas y el cultivo se determinó manteniendo parcelas infestadas hasta o desde un momento determinado y evaluándose la cosecha de los frutos. Para un nivel de pérdidas de un 10% la duración del período crítico en el cultivo de trasplante fue similar en los dos años estudiados (algo menos de 4 semanas). Sin embargo, en 1992 duró desde el día 12 hasta el día 40 después del trasplante, porque las lluvias favorecieron la emergencia precoz de las hierbas, pero el año 1993, más seco, duró desde el día 40 al 65 después del trasplante. En el cultivo de siembra, la duración del período crítico fue más larga y variable. En 1992 la duración fue de un mes desde el día 25 al 58 después de la nascencia del pimiento, y en 1993, de primavera más fría y mayor densidad de malezas, la duración fue de casi tres meses, entre el día 15 y el 100 después de la emergencia (MEDINA, 1995). Se concluye que el período crítico de competencia de este cultivo es más corto en trasplante que en siembra, pero, en cualquier caso, la meteorología tiene una gran influencia en su determinación. En general, la limpieza del cultivo deberá durar desde la 21 semana al 3er mes después del trasplante, y en el cultivo de siembra hasta el 41 mes después de la nascencia, para prevenir pérdidas superiores a un 10%, en condiciones similares a nuestros ensayos.

Algunas especies solanáceas son particularmente competitivas. Estudiando la competencia del pimiento cv. Dulce italiano con el tomatito (*Solanum nigrum*) cultivados en invernadero, se ha observado que cuando la emergencia es simultánea la hierba es capaz de absorber más nutrientes que el cultivo (GONZALEZ PONCE y SALAS, 1999) y en este caso, y cuando la emergencia se produjo con el pimiento en dos, cuatro y seis hojas, su rendimiento se redujo un 93, 62, 44 y 29% (GONZALEZ PONCE *et al.*, 1996). También se ha encontrado que, en condiciones de invernadero, *Chenopodium album* compite antes por los nitratos del suelo que *Amaranthus retroflexus* en un cultivo de pimiento (GONZÁLEZ PONCE *et al.*, 1998).

En otros experimentos realizados en cultivos de pimiento de trasplante se ha observado que el área de influencia de una planta de *Solanum nigrum* es aproximadamente de un metro, y que las pérdidas por la presencia de esta especie a las distancias de 10, 50, 80 y 110 cm de la planta de pimiento son de 59, 48, 26 y 9% respectivamente (TORNER y GONZALEZ ANDUJAR, 1993).

En estudios llevados a cabo en Arganda (Madrid) con *Solanum nigrum*, infestando cultivos de pimiento cv. Yellow Wonder con densidades de 0,8 plantas de tomatito/m<sup>2</sup>, se produjeron en dos años consecutivos pérdidas de rendimiento del pimiento en torno a un 40%. Dentro del mismo experimento se incluyeron infestaciones con el pulgón *Myzus persicae*. Cuando se combinó la presencia de *S. nigrum* con la de plantas de pimiento infestadas con el virus PVY, se observó que los tomatitos favorecían la dispersión del virus en el pimiento y consecuentemente aumentaban las pérdidas de rendimiento de éste (FERERES *et al.*, 1996).

También se ha observado que en un cultivo de pimiento en competencia con *Solanum nigrum*, el nematodo *Meloidogyne incognita* es capaz de infestar a las dos especies, siendo menores los daños sobre el cultivo que sobre la mala hierba, si bien, los efectos son aditivos (ZANCADA *et al.*, 1998).

## MAIZ

A pesar de ser el maíz una planta fuertemente competitiva en los regadíos españoles, en ocasiones la presencia de malas hierbas puede comprometer el cultivo.

Los primeros resultados obtenidos en nuestro país se refieren a la competencia multiespecífica donde predominaban *Amaranthus hybridus*, *A. blitoides*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* y *Cyperus rotundus* sobre maíz cv. Pioneer 3183 de ciclo 800 cultivado a la densidad de 60.000 plantas/ha, en una serie de experiencias realizadas durante siete años en Montañana (Zaragoza). Los resultados indican que el maíz puede tolerar un período de competencia comprendido entre 9 y 12 semanas desde su emergencia, teniendo en cuenta que las pérdidas medias después de un período de competencia de 8 semanas alcanzaban el 10%. Se concluyó que el factor más determinante de la competencia fué la presencia de *C. album*, sobre todo en los años fríos. Las temperaturas bajas del mes de mayo favorecieron la proliferación de *C. album* mejor adaptado que el maíz a dichas condiciones (PARDO *et al.*, 1991, 1993).

Por otra parte en la vega del Jarama (Madrid) la infestación natural de mono y dicotiledóneas (200 plantas/m<sup>2</sup>) produjo unas pérdidas del rendimiento del maíz del 65% y una pérdida en la eficacia de la fertilización de un 62, 44 y 38% para los nutrientes N, P y K (GONZALEZ PONCE y SALAS, 1995).

Los estudios más recientes se refieren a la competencia monoespecífica del maíz con *C. album* y *Datura stramonium* tanto en Montañana (Zaragoza) como en Alcalá de Henares (Madrid). El maíz AJuanita@ de ciclo 700 fué cultivado a la densidad de 80.000 plantas/ha. *C. album* fué implantado a la misma densidad y *D. stramonium* a doble densidad. La competencia comenzó a afectar al desarrollo del área foliar del maíz a partir de 1.000<sup>1</sup>día desde la emergencia, y a la formación de biomasa total a partir de 1.750<sup>1</sup>día coincidiendo con la floración masculina del maíz, período de máximas necesidades de agua y nutrientes. *C. album* disminuyó la tasa máxima de crecimiento del maíz en un 9%, el área foliar en un 6,5% y la cosecha en un 22,3%. *D. stramonium* lo hizo en un 18,5; 16,9 y 56,8 respectivamente (TORNER *et al.*, 1995; LOPEZ y ZARAGOZA, 1995; TORNER *et al.*, 1996).

Los últimos trabajos realizados en Montañana profundizan en el conocimiento de los mecanismos de competencia monoespecífica. En este caso la mala hierba que compitió fué *D. stramonium* a densidades de 83.000 y 166.000 plantas/ha. El maíz AJuanita@ fué cultivado a 83.000 plantas/ha. El rendimiento del maíz disminuyó entre un 61% y un 14% en función del tiempo transcurrido entre la emergencia del cultivo y la mala hierba (0 a 15 días). El desarrollo del área foliar durante la fase exponencial del crecimiento fué más rápido en maíz a causa del mayor área foliar aparente de las plántulas de maíz en la emergencia. Los valores reales fueron de 7,5 cm<sup>2</sup> para las plántulas de maíz y 0,5 cm<sup>2</sup> para las de *Datura*. El incremento del área foliar y de la altura fueron más rápidos en el maíz y redujeron la radiación fotosintéticamente activa recibida por *Datura*. Este sombreado afectó al área específica de la hoja en esta especie, que se incrementó desde 19,4 m<sup>2</sup>/kg hasta 45,6 m<sup>2</sup>/kg. La competencia de *Datura* redujo ligeramente el índice de área foliar máximo y aceleró la senescencia de las hojas de maíz. La capacidad competitiva de *Datura* sobre el maíz fué debida a su mayor coeficiente de extinción de la luz (0,9 vs 0,5-0,65) y a su tendencia a concentrar las hojas en la parte superior. La calibración del modelo INTERCOM con los parámetros obtenidos en esta experiencias, y la validación con los datos de campo, ha permitido simular adecuadamente el proceso de la competencia monoespecífica del maíz con *D. stramonium* (CAVERO *et al.*, 1997, 1998).

De acuerdo a los resultados de estas experiencias y las simulaciones realizadas con INTERCOM, la especie de mala hierba y el momento de emergencia de ésta respecto al maíz tienen una gran influencia sobre las pérdidas de cosecha. En las temporadas en las que la humedad y el frío retrasan la nascencia del maíz, la competencia y por tanto las pérdidas pueden ser importantes. Por ello será imprescindible eliminar de forma preventiva las malas hierbas. Retrasar o adelantar la siembra de maíz puede ser adecuado para evitar las pérdidas según el tipo de infestantes que existan en la parcela. Retrasar la siembra puede ser útil para superar

la competencia de hierbas primaverales (*C. album*), pero la siembra tardía del maíz puede producir pérdidas mayores que las siembras tempranas, en presencia de malas hierbas termófilas como *Datura stramonium*.

## CONCLUSIONES

La cebolla es un cultivo muy sensible a la competencia con la flora arvense. En este cultivo, sembrado en primavera sobre el terreno definitivo, se ha calculado un período crítico de competencia con las malas hierbas de 74 días, desde dos hojas verdaderas al engrosamiento del bulbo. Dada la sensibilidad de la cebolla a la competencia se recomienda la protección del cultivo precoz y tardía, por lo que será útil un tratamiento herbicida en preemergencia y, al menos otro en postemergencia.

Como en el caso de la cebolla, y aunque experimentalmente se pueden obtener pérdidas mayores, el pimiento de trasplante puede llegar a perder un 70% de la producción potencial por la competencia con las malas hierbas. El pimiento sembrado sufre una competencia aún mayor, pudiéndose perder la totalidad de la cosecha si no se escarda. El período crítico de competencia en el pimiento depende de las condiciones meteorológicas. La duración de este período en el cultivo de trasplante es de unas cuatro semanas. En el pimiento de siembra la duración del período crítico es más larga, pudiendo llegar a tres meses. La limpieza del cultivo deberá durar desde la 21 semana al 3er mes después del trasplante y hasta el 41 mes después de la emergencia en la siembra. Algunas especies solanáceas son particularmente competitivas, concretamente *Solanum nigrum* puede producir grandes pérdidas, en especial si su emergencia es simultánea con el cultivo.

El maíz es una planta fuertemente competitiva con las malas hierbas siempre que disponga de suficiente humedad, calor y nutrientes. El período de competencia tolerable, observado en el regadío de Zaragoza, es muy largo, pudiendo durar hasta las 12 semanas después de la nascencia. Sin embargo, en los años fríos, la competencia de algunas especies mejor adaptadas puede ser muy dura. Cuando se produce la emergencia simultánea de las malas hierbas y el cultivo, favorecida por las condiciones meteorológicas, las pérdidas pueden ser importantes. Se han obtenido pérdidas de hasta el 65% en la producción. En condiciones normales bastarían unas escardas o un tratamiento de pre o postemergencia que protejan los dos primeros meses desde la emergencia. También se recomienda retrasar o adelantar la siembra según las especies infestantes.

## BIBLIOGRAFIA

- CAVERO J., ZARAGOZA C., SUSO M. L., PARDO A. (1998). Competition of maize and *Datura stramonium* in an irrigated field. 6th Mediterranean Symposium EWRS. 93-94, Montpellier.
- FERERES A., AVILLA C., COLLAR JL. DUQUE M., FERNANDEZ-QUINTANILLA C. (1996). Impact of various yield-reducing agents on open-field sweet peppers. *Environmental Entomology* 25: 983-986.
- GONZÁLEZ PONCE R., SALAS M.L. (1995) Improvement of the growth, grain yield, and nitrogen, phosphorous and potassium nutrition of grain corn through weed control. *Journal of Plant Nutrition*, 18 (11), 2313-2324.
- GONZÁLEZ PONCE R., ZANCADA C., VERDUGO M., SALAS M.L., (1996). Plant height as a factor in competition between black nightshade and two horticultural crops (tomato pepper). *Journal Horticultural Science*, 71 (3) 453-460.

- GONZÁLEZ PONCE R., SALAS RUIZ M.L., SANTIN MONTANYA I. (1998). Evolución de la absorción y reducción de nitratos por dos especies de malas hierbas. Actas VII Simposio Nacional y III Ibérico sobre Nutrición Mineral de las plantas, Madrid 417-422.
- GONZÁLEZ PONCE R., SALAS M.L. (1999) Differential utilization of nitrates by solanaceous species, crops tomato and pepper) and weeds (black nightshade and thorn apple). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74 (2) 254-258.
- LÓPEZ M.C., ZARAGOZA C. (1995). Comparación de la flora arvense del maíz en Aragón en 1977 y 1991-1992. Actas del Congreso 1995 de la S.E.Mh., 115-119.
- LOTZ L.A.P., CHRISTENSEN S., CLOUTIER D., FERNANDEZ QUINTANILLA C., LÉGÈRE A., LEMIEUX C., LUTMAN P.J.W., PARDO A., SALONEN J., SATTIN M., STIGLIANI L., TEI F. (1996). Prediction of the competitive effects of weeds on crop yields based on the relative leaf area of weeds. Weed Research, 36 (1), 93-101.
- MEDINA A. (1995). Estudio de la flora arvense y su competencia en los cultivos de trasplante y siembra directa de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tesis Doctoral. E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Univ. de Lérida. Dpto. de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. 209 págs.
- PARDO A. (1990). La competencia de las malas hierbas con el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en siembra directa: predicción de pérdidas y escarda química. Tesis Doctoral, 157 p., E.T.S.I.A., Madrid 1990.
- PARDO A., SUSO M. L., ZARAGOZA C., CALVO R., PÉREZ S. (1990). Competition between weeds and direct seeded onion (*Allium cepa* L.). XXIII Int. Hort. Congress, Abst. 3217, Firenze.
- PARDO A., SUSO M. L., ASSEMAT L., ZARAGOZA C. (1991). La competición del maíz con la flora arvense en regadío. Actas de la Reunión 1991 de la S.E.Mh, 106-109, Córdoba.
- PARDO A., SUSO M. L., ASSEMAT L., ZARAGOZA C. (1993). Weed competition in irrigated maize. 8th EWRS Symposium, 87-91, Braunschweig.
- SUSO M. L., PARDO A., ZARAGOZA C., CALVO R., PÉREZ S. (1988). Estudio del período de competencia de la cebolla en siembra directa con la flora arvense. Actas de Horticultura 2, 52-57.
- SUSO M. L. (1990). Descripción del crecimiento y establecimiento de una escala decimal de estados fenológicos de la cebolla (*Allium cepa* L.) de siembra de primavera. Tesis Doctoral, 214 p., E.T.S.I.A., Madrid 1990.
- TORNER C., SÁNCHEZ DEL ARCO M.J., PARDO A., SUSO M. L., CAUDEVILLA M.E., ZARAGOZA C. (1996). Growth evolution of maize in competition with *Chenopodium album* and *Datura stramonium*. 2nd International Weed Control Congress, 215-220, Copenhagen.
- TORNER C., SÁNCHEZ DEL ARCO M.J., PARDO A., SUSO M. L., CAUDEVILLA M.E., ZARAGOZA C. (1995). Crecimiento del maíz en competencia con *Chenopodium album* L. y *Datura stramonium* L. Actas del Congreso 1995 de la S.E.Mh., 323-328, Huesca.
- ZANCADA C., GONZÁLEZ PONCE R., VERDUGO M. (1998). Competition between *Solanum nigrum* and pepper in the presence of *Meloidogyne incognita*. Weed Research, 38, 47-53.

Summary: Conclusions of some Spanish works on weed and irrigated crop competition. Some experiences on onions, sweet peppers, sugar beets and maize are summarized in this paper. Vegetable crops, especially those direct drilled, are very sensitive to weed interference, showing long critical periods of competition, particularly peppers (3 months) or onions (74 days), and require early and late weed control to avoid excessive yield loss. However, maize is a strong competitor under favourable warm, irrigation and fertilization conditions and can stand 2 months of competition from its emergence with a 10% average yield loss. Nevertheless when the temperature is low, heavy infestations and simultaneous weed emergence important yield reductions (65%) are possible.

Key words: onion, pepper, maize, sugar beet, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, critical period.

**EFFECTOS DEL TIEMPO DE PERMANENCIA DE *Echinochloa crus-galli* Y *Datura stramonium* EN PIMIENTO**

I. SANTÍN MONTANYÁ , R. GONZÁLEZ PONCE  
Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC  
Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid

Resumen: En un experimento llevado a cabo en tiestos en invernadero y en condiciones de emergencia simultánea de malas hierbas con pimiento, se obtuvo que la presencia de *Datura stramonium* (L.), redujo más anticipada e intensamente la producción de frutos de pimiento que lo hizo *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. El nitrógeno se mostró como un factor de competencia .

Palabras clave: Competencia, Estramonio, Pata de Gallo

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de pimiento, dado su lento desarrollo inicial es muy sensible a la competencia de las malas hierbas, siendo los descensos de rendimiento de fruto debidos a la presencia de malas hierbas, mayores en siembra directa que en trasplante del pimiento (MEDINA *et al.*, 1994).

Las malas hierbas, pata de gallo (*Echinochloa crus-galli*) y estramonio (*Datura stramonium*) son entre las especies infestantes unas de las que mayores daños causan al pimiento. Cuando el pimiento es trasplantado, la permanencia de 38 días de una mezcla de malas hierbas reduce el rendimiento de fruto en un 10%, si la permanencia es de 58 días la reducción es del 50% (FRANK *et al.*, 1992). También se ha encontrado en campo, que la permanencia de *E. crus-galli*, durante 35 días ó más, en cultivo de pimiento trasplantado reduce significativamente la producción de frutos (TEI , 1988). En tiestos experimentales y condiciones de emergencia simultánea, al aumentar el tiempo de permanencia de *D. stramonium* disminuyó el peso total de planta de pimiento (MEDINA y ZARAGOZA , 1992).

Cuando la emergencia de las malas hierbas es simultánea a la del pimiento y permanece todo el ciclo con él, las pérdidas de rendimiento son elevadísimas. En caso de *Solanum nigrum* estas pérdidas son del 93% y se atribuyen a competencia por luz y nutrientes (GONZALEZ PONCE *et al.*, 1996).

El objeto de este trabajo fue averiguar las posibles diferencias de competitividad existentes entre las especies de malas hierbas *E. crus-galli* y *D. stramonium*, en función de la duración de su tiempo de infestación en cultivo de pimiento, en caso de siembra directa, y sus efectos sobre el rendimiento de fruto. También determinar la posibilidad de competencia de estas malas hierbas por nitrógeno.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un experimento, en invernadero a temperaturas que oscilaron entre los 16°C y los 28°C. En tiestos con 9 Kg. de suelo, a los que previamente se había fertilizado en función de las necesidades del cultivo, crecieron una planta de pimiento sola (*Capsicum annuum* L.) variedad Dulce Italiano, o bien una planta de pimiento con una de mala hierba, en condiciones de emergencia simultánea, tal como puede ocurrir en caso de siembra directa del pimiento. Las malas hierbas estudiadas fueron *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (ECHCG) y *Datura stramonium* (L.) (DATST).

Estas especies germinaron en cámara de crecimiento a 26/18°C de temperatura y 14/10h de luz/oscuridad en una mezcla de suelo y arena en proporción 3:1. Cuando se hallaban en 2 cotiledones y aparición de la primera hoja, se trasplantaron a los tiestos y crecieron juntas hasta los estados de 2, 4, 6, 8, 10 hojas e inicio de botones florales del pimiento, tiempos en los que fueron extirpadas las malas hierbas. También se dispuso de un testigo (Pt), en el que el pimiento creció todo su ciclo libre de malas hierbas. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento.

A medida que los frutos de pimiento maduraban fueron recolectados, y en senescencia de las plantas de pimiento éstas se cortaron al nivel del suelo, evaluándose en el cultivo el rendimiento fresco de fruto y los pesos secos de fruto y parte vegetativa. En este tiempo, fue recolectada también la parte aérea de las malas hierbas y fueron evaluados los pesos secos de semilla y de la parte vegetativa. También fue determinado en estas partes de las plantas el contenido de nitrógeno (N) por el método Kjeldahl. La acumulación total de N fue calculada por la suma de los N acumulados en parte aérea y fruto. Los datos fueron analizados por ANOVA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra como DATST redujo el rendimiento de fruto de pimiento, cuando creció con él hasta el estado de 6 hojas (36 días), siendo entonces la pérdida del mismo de un 12.1%. Cuando aumentó su tiempo de permanencia crecieron las pérdidas de rendimiento, así en 8, 10 hojas e inicio de botones florales, las pérdidas fueron de 53.9%, 70.9% y 85.5% respectivamente. ECHCG redujo los rendimientos de fruto cuando permaneció 56 días en el cultivo, es decir, en el estado de 10 hojas, en cuyo caso las pérdidas de rendimiento fueron del 52.6%, la permanencia de esta especie hasta la iniciación de los botones florales, (69 días), ocasionó pérdidas similares a las del estado de 10 hojas.

Estos resultados están en relación con los obtenidos para el peso total de planta de pimiento creciendo con DATST (MEDINA y ZARAGOZA, 1992). Sin embargo no se relacionan con los obtenidos por TEI (1988) para el caso de ECHCG, ya que él obtuvo pérdidas de rendimiento de pimiento con la permanencia de esta especie durante 35 días en caso de pimiento trasplantado y nosotros obtuvimos pérdidas con 56 días o más de permanencia de esta especie en siembra directa del pimiento. Es decir, en nuestro experimento, y a pesar de la nascencia simultánea de ambas especies, fueron precisos bastantes más días de permanencia de ECHCG en pimiento para la producción de daños que en el experimento de TEI(1988), en que la emergencia de la mala hierba fue más retrasada que la del cultivo. Las diferencias pueden deberse a las distintas condiciones experimentales de ambos ensayos.

DATST fue especie más competitiva con pimiento que ECHCG, no solo por ser más temprana la competencia sino más intensa.

Además, tal como se muestra en la Figura 2, al aumentar el tiempo de permanencia de estas especies disminuyó la acumulación de N por la planta de pimiento. La permanencia hasta el estado de 8 hojas (47 días) y posteriores, redujo mucho más la acumulación de N la presencia de DATST que la de ECHCG.

Los resultados anteriores se justifican con los obtenidos en las Tablas 1 y 2 en que de forma global DATST produjo mayor biomasa, acumuló más N y ambos ocurrieron de forma más temprana que en ECHCG, de aquí su mayor competitividad por este nutriente y daños productivos al cultivo de pimiento. Al igual que ocurrió con *Solanum nigrum* (GONZALEZ PONCE *et al.*, 1996) los descensos de rendimiento en cultivo de pimiento debidos a la presencia de estas especies de malas hierbas pueden ser debidos en parte a la competencia por nitrógeno.

Pimiento						
	2h	4h	6h	8h	10h	In. Bot. Fl.
DATST	0.01±0	0.07±0.03	1.02±0.11	5.32±0.25	9.45±0.98	16.62±1.17
ECHCG	0.02±0.01	0.02±0.008	0.12±0.01	1.12±0.13	7.92±0.41	17.01±0.41

Tabla 1. Peso seco aéreo medio ( $\pm$  error estándar) de las malas hierbas (g/planta) en los distintos estados de crecimiento de pimiento.

Pimiento						
	2h*	4h*	6h	8h	10h	In. Bot. Fl.
DATST	-	-	6.21±0.75	28.63±1.70	44.75±4.93	58.93±1.76
ECHCG	-	-	0.75±0.14	5.04±0.62	30.58±1.51	45.14±0.14

Tabla 2. Acumulación total de N ( $\pm$  error estándar) en malas hierbas (mg/planta) en los distintos estados de crecimiento de pimiento. (\*No hubo suficiente material para análisis).

Así pues, en las condiciones ensayadas, se deduce que en caso de siembra directa del pimiento y emergencia simultánea de una de estas malas hierbas, para que no se produzcan pérdidas de rendimiento de fruto en este cultivo, *D. stramonium* y *E. crus-galli* deben ser controladas antes de los estados de 6 y 10 hojas de pimiento respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- FRANK, JR.; SCHWARTZ, P. H., Jr.; POTTS, E. (1992). Modeling the effects of weed interference periods and insects on bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Weed Science*, 40, 308-312
- GONZÁLEZ PONCE, R.; ZANCADA, C.; VERDUGO, M.; SALAS, M.L. (1996). Plant height as a factor in competition between black nightshade and two horticultural crops (tomato and pepper). *Journal of Horticultural Science*, 71, 3, 453-460
- MEDINA, J.A.; ZARAGOZA, C. (1992). Efecto de la interferencia de *Datura stramonium* en el desarrollo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Lérida, 379-383
- MEDINA, A.; ALONSO, S.; CAVERO, J.; ZARAGOZA, C. (1994). Critical period of competition between weeds and transplanted or direct sown peppers (*Capsicum*

*annuum* L.). Proc. 5<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium. Weed Control in Sustainable Agriculture in the Mediterranean Area. Perugia, 157-162

TEI, F. (1986). Competition between *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and pepper (*Capsicum annuum* L.). Proceedings of Meeting of the EC Experts' Group on "Weed Control in Vegetable Production", Stuttgart. Ed. Cavalloro R. e El Titi A. – Publ.A.A. Balkema, Rotterdam

Summary: Effects of permanence time of *Echinochloa crus-galli* and *Datura stramonium* in pepper. In an experiment carried out in pots, in glass-house, under simultaneous emergence of weeds with pepper, was obtained that the presence of *Datura stramonium* reduced more early and intensively the fruit yield of the crop than *Echinochloa crus-galli*. The nitrogen was a factor of competition.

Key words: Barnyardgrass, Competition, Thorn apple

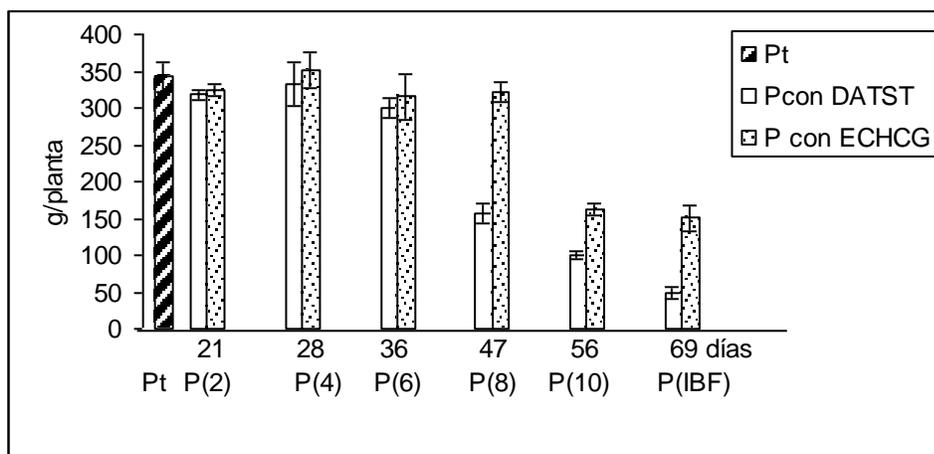


Figura 1. Rendimiento medio de fruto de pimiento (g/planta) creciendo sólo (Pt) ó con las malas hierbas hasta distintos estados de su desarrollo. Las barras indican el error estándar.

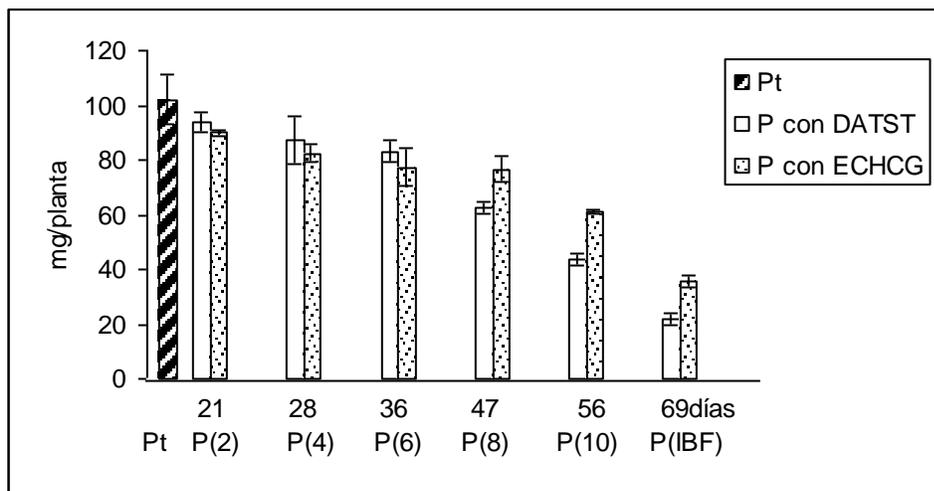


Figura 2. Acumulación total de N en la planta de pimienta (mg/planta) creciendo sólo (Pt) ó con las malas hierbas hasta distintos estados de su desarrollo. Las barras representan el error estándar.

**INFLUENCIA DEL USO DE VARIEDADES COMPETITIVAS EN LA OPTIMIZACIÓN DE DOSIS DE HERBICIDA EN CULTIVO DE CEBADA**

C. de LUCAS, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA\* , M. J. SÁNCHEZ DEL ARCO, L. NAVARRETE y C. TORNER.

IMIA Comunidad de Madrid, Apdo. 127, 28800 Alcalá de Henares (Madrid)

\*Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115, 28006 Madrid

Resumen: En el contexto de una agricultura sostenible, se estudió el efecto de la variedad de cebada y de la dosis de herbicida contra avena loca (*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* Dur. Nyman), presentándose los resultados de la campaña 1997/98. La eficacia del tralkoxidim fue excelente y no se redujo significativamente en ninguna de las variedades al pasar de la dosis recomendada (1x=1,6 l/ha) a la mitad, llegando a niveles de control de 98 y 97% respectivamente. La mayor diferencia de eficacia de herbicida entre variedades resultó a las dosis más bajas con diferencias que llegaron hasta un 40% a un octavo de la dosis recomendada. El rendimiento de la cebada varió con la variedad empleada, disminuyendo en todas significativamente con las dosis más bajas de herbicida. En cambio, también se encontró una respuesta diferencial de las variedades a la dosis de herbicida empleada. Así, la pérdida de rendimiento al reducir la dosis fue más acusada en la variedad Barbarrosa que en el resto. Aparentemente, la respuesta de las variedades a la reducción de dosis de herbicida no está asociada a su nivel de rendimientos, estando en cambio afectada por su altura y su precocidad.

Palabras clave: Dosis reducidas, avena loca, variedades, agricultura sostenible, tralkoxidim.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años los rendimientos de los cereales se han incrementado notablemente como consecuencia de mejoras en el manejo del cultivo, por el creciente uso de abonos, fitosanitarios y variedades mejoradas (FEIL, 1992). Sin embargo más recientemente, y debido a presiones tanto económicas como

medioambientales, el objetivo no es tanto incrementar la producción como optimizar el uso de inputs utilizándolos de una manera integrada. Entre ellos se incluyen los fitosanitarios.

Con relación a las variedades se han encontrado diferencias significativas en su habilidad competitiva contra malas hierbas en cultivos de arroz (FOFANA, 1995), maíz (STANIFORTH, 1961), sorgo (GUNEYLI *et al.*, 1969), trigo (GONZÁLEZ PONCE, 1982; COSSER *et al.*, 1997) y cebada (DHALIWAL, 1994; TORNER *et al.*, 1984).

Para llegar a una optimización de inputs, en este trabajo se plantea el empleo integrado de dosis reducidas de herbicida y de variedades competitivas. En otros países se ha realizado este estudio con cereales y malas hierbas de hoja ancha (CHRISTENSEN, 1993).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se sitúa en nuestras condiciones de secano del Centro, con cebada como cultivo y avena loca como mala hierba. Se sembraron cuatro variedades de cebada de invierno en una parcela de la finca El Encín, Alcalá de Henares (Madrid), donde existía una alta infestación natural de *A. sterilis* (densidad media de 210 plantas/m<sup>2</sup>). Las variedades (Albacete, Barbarrosa, Hatif de Grignon y Tipper) se eligieron entre las habituales de la zona por sus caracteres contrastados de altura, hábito vegetativo, y precocidad. El suelo es un Haploxeralf, con pH 7,7 y textura franca. La siembra se realizó el 15 de Enero de 1998, con una sembradora convencional de chorrillo que se calibró para cada variedad de manera que la densidad fuera 310 semillas/m<sup>2</sup> y al mismo tiempo se aportó un abonado de fondo con 210 kg/ha de 15-15-15.

El diseño experimental fue de bloques al azar en parcelas divididas, tres bloques, con la variedad en la parcela principal y la dosis de herbicida en la secundaria. Las dosis utilizadas del herbicida tralkoxydim 25% fueron la recomendada (1x=1,6 l/ha) y reducidas en las siguientes proporciones: 1/2x, 1/4x, 1/8x, 1/16x y 0. La aplicación se efectuó el 6 de marzo de 1998, en un estado temprano del cultivo (ZS 13-21) y de la avena loca (ZS 10-12).

De la parcela elemental de 3 x 10 metros, se dedicó la mitad a cosecha final con microcosechadora dejando la otra mitad para muestreos destructivos durante el ciclo del cultivo. En ésta, y con el fin de disminuir la variabilidad de muestreo debido al terreno, en el momento de aplicación del herbicida se colocaron dos planchas ligeras de madera de 0.5 x 1 metros sobre el suelo para evitar el contacto del producto con las plantas. La eficacia del herbicida se midió como la reducción de peso fresco de avena con relación a este testigo no tratado.

Los datos de eficacia del herbicida y los de rendimiento de cebada se ajustaron al modelo no lineal  $y=A / 1+e^{-B(x-C)}$ , donde y= eficacia del herbicida (%), o rendimiento de cebada (kg/ha), y, x= fracción de la dosis recomendada de herbicida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Control de avena loca

Como se puede ver en la Figura 1, la eficacia del herbicida fue similar y muy satisfactoria en todas las variedades, tanto a la dosis recomendada como a mitad de dosis, llegando a un control del 98 y 97% respectivamente. Esta excelente eficacia del tralkoxydim, incluso a dosis de un cuarto (87%), está de acuerdo con los resultados encontrados en la campaña anterior, y es superior a la obtenida en otras localidades para *A. sterilis* y *Lolium rigidum* Gaud. (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1998).

La eficacia del herbicida a un octavo de la dosis recomendada en las variedades Tipper y Barbarrosa fue del 89 y 72%, mientras que en Hatif de Grignon y Albacete se redujo a 49 y 56%, respectivamente.

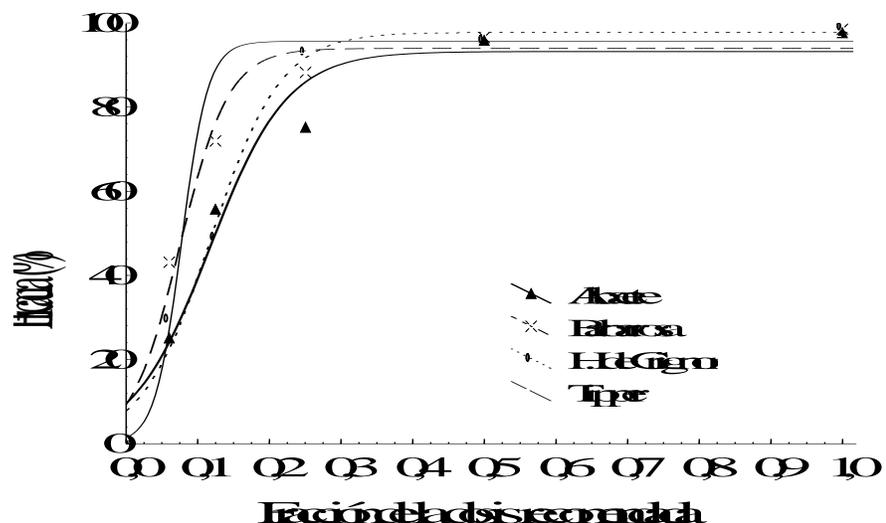


Figura 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de tralkoxidim (dosis recomendada  $1x=1,6$  l/ha) sobre la reducción de biomasa fresca de avena loca en competencia con cuatro variedades de cebada.

### Rendimiento de la cebada

En la Fig. 2 se observan las diferencias en la respuesta de las variedades de cebada a la reducción de dosis de herbicida contra avena loca. Al disminuir la dosis la variedad que sufrió una mayor reducción en sus rendimientos fue Barbarrosa, seguida de Hatif de Grignon y Albacete que se comportaron de una manera similar, y por último, Tipper fue la variedad que mantuvo los rendimientos más estables a lo largo de todas las dosis.

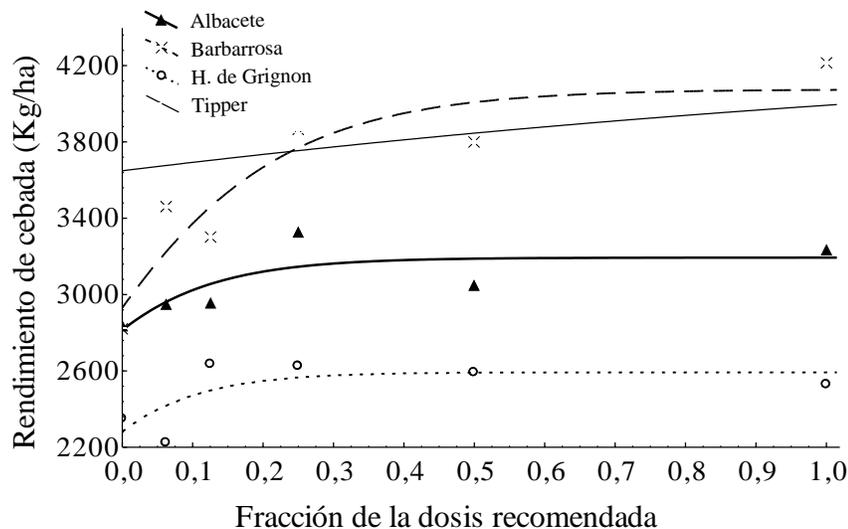


Figura 2. Respuesta del rendimiento de cada variedad de cebada en función de la dosis de tralkoxidim (dosis recomendada 1x=1,6 l/ha).

La menor pérdida de rendimiento al reducir la dosis no estuvo asociada a un mayor nivel de rendimiento de la variedad. Así, de las dos variedades más productivas a dosis recomendada, Barbarrosa y Tipper, la primera fue sensible a la reducción de dosis, mientras no lo fue tanto la segunda que mantuvo una moderada pérdida en sus rendimientos. Resultados similares han sido descritos por CHRISTENSEN (1993).

Por otra parte, variedades con rendimientos estables a lo largo de un intervalo de dosis no se han correspondido solo con las más productivas. En este sentido, Hatif de Grignon aparece como una variedad de bajos rendimientos que ha resultado bastante tolerante a la competencia con avena loca. Esta es una variedad de talla alta, lo que podría suponer una ventaja competitiva frente a la mala hierba, en términos de captación de luz. Otros autores (GONZÁLEZ PONCE, 1982, COSSER *et al.*, 1997) han señalado este atributo como deseable en la habilidad competitiva de las variedades. En cambio, también hay que señalar que estas variedades muestran un mayor riesgo de sufrir encamado, como de hecho sucedió en la variedad Albacete.

En un año con el 46% de las lluvias de primavera caídas a mediados y finales de Mayo, parece que la variedad más tardía, Tipper, fue la que más ventaja obtuvo en términos de producción y de control de la mala hierba. DHALIWAL (1994) señala que la competencia por agua y nutrientes entre variedades de cebada y *Avena fatua* L. era mayor que por luz. En nuestro caso hubiera podido ser que la competencia máxima entre avena y cebada ocurriese cuando las variedades Barbarrosa (la más precoz), Albacete y Hatif se encontraban en un estado de desarrollo reproductivo más avanzado mientras que Tipper escapaba al estrés hídrico por su carácter más tardío.

El comportamiento diferencial de las variedades a distintas dosis de herbicida sugiere que la elección de la variedad puede ser un factor a tener en cuenta en la optimización de inputs para una agricultura sostenible de secano.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto SC 96-012-C4-1).

## BIBLIOGRAFÍA

- COSSER N. D., GOODING M. J., THOMSON A. J. & FROUD-WILLIAMS R. J. (1997). Competitive ability and tolerance of organically grown wheat cultivars to natural weed infestations. *Annals of Applied Biology* 130: 523-535.
- CHRISTENSEN S. (1993). Weed suppression in cereal varieties. SP rapport NR.1. PhD dissertation. Pp.104
- DHALIWAL B. K. (1994). Physiological basis of competition between spring barley cultivars and wild oat (*Avena fatua* L.). PhD Thesis, Reading. 285 p.
- FEIL B. (1992). Breeding progress in small cereals- A comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding*. 108, 1-11.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C.; GONZÁLEZ-ANDÚJAR J. L., GONZÁLEZ PONCE R., DE LUCAS C., NAVARRETE L., RECASENS J., SÁNCHEZ DEL ARCO M. J., TABERNER A., TIEBAS M. A., TORNER C. (1998). Using the low rate concept for control of grassweeds in cereals under mediterranean conditions. *Proceedings 6<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium, 1998*, 353-359.
- FOFANA B., KOUPEUR T., JONES M. O. & JOHNSON D. E. (1995). The development of rice varieties competitive with weeds. Brighton Crop Protection Conference-Weeds. 187-192.
- GONZÁLEZ PONCE R. (1982). Competencia de *Avena sterilis* L. Contra diversas variedades de trigo. *Anales de Edafología y Agrobiología* 9,1971-1982.
- GUNEYLI E O., BURNSIDE O. C. & NORDQUIST P.T. (1969). Influence of seedlings characteristics on weed competitive ability of sorghum hybrids and inbred lines. *Crop Science* 9, 713-716.
- STANIFORTH D. W. (1961). Response of corn hybrids to yellow foxtail competition. *Weeds* 9,132-136.
- TORNER C., FERNÁNDEZ-QUINTANILLA C. & NAVARRTE L. (1984). Tolerance and competitive ability of winter cereal cultivars in the presence of *Avena sterilis* L. ssp. *ludoviciana* Dur. *Proceedings EWRS 3<sup>rd</sup>. Symposium on Weed Problems in the Mediterranean Area*. 109-115.

Summary: Influence of the use of competitive varieties of barley on the optimization of herbicide use at reduced doses. In the context of sustainable agriculture, the effects of variety and herbicide dose on wild oat control (*Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* Dur. Nyman ) and grain yield of winter barley were studied. An experiment was carried out in a non-irrigated area of Alcala de Henares (Madrid), and results are presented from 1997/98. Herbicide tralkoxydim was applied at and at 0, 1/16x, 1/8x, 1/4x, 1/2x and full recommended dose (1x=1.6 l/ha). Efficacy of tralkoxydim was excellent in all varieties and was the same at half and full (1x=1.6 l/ha) recommended dose, achieving 97 and 98% control of wild oat, respectively. The largest difference in herbicide efficacy between varieties was 40% and it was obtained at low dose

(1/8x). Crop grain yield was significantly affected by the variety sown, and it decreased significantly at reduced doses. However, a differential response from each variety to reduced doses was found. .i.e. grain yield loss of var. Barbarrosa was greater than those of var. Albacete, Hatif de Grignon and Tipper. Grain yield loss at reduced herbicide doses and barley grain yield at the recommended dose were not related.

Key words: Reduced herbicide doses, wild oat, cultivars, sustainable agriculture, tralkoxydim.

Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología

## **EFFECTO ALELOPÁTICO Y ANTIHELMÍNTICO DE *Artemisia absinthium***

S. BARA, C. ZARAGOZA, J. VALDERRÁBANO  
Servicio de Investigación Agroalimentaria  
Apdo 727. 50080 Zaragoza

Resumen: Se ha valorado el efecto alelopático y antihelmíntico de un extracto acuoso de hojas y flores de *Artemisia absinthium* cultivado en Zaragoza. La solución S (40 g/l) inhibió en un 87% y un 86% la germinación *in vitro* de *Sonchus oleraceus* y *Amaranthus retroflexus*, respectivamente. Sin embargo S/10 y S/2 no afectaron la germinación de forma significativa. El efecto antihelmíntico se valoró sobre huevos y

larvas del nematodo gastrointestinal de los rumiantes *Trichostrongylus colubriformis*, incubados en medio nutritivo, al que se añadió la solución S, S/2, S/8, S/40, S/200 y el antihelmíntico comercial fenbendazol. La proporción de huevos eclosionados a las 48 horas se redujo significativamente con S, S/2 y fenbendazol a 100 y 50 mg/ml. No se observaron larvas (en estado L3) vivas con todos los tratamientos de fenbendazol desde 0,5 a 100 mg/ml, pero sólo la solución S de ajeno pudo reducir significativamente el número de larvas infestantes.

Palabras clave: *Sonchus oleraceus*, *Amaranthus retroflexus*, *Trichostrongylus colubriformis*, fenbendazol.

## INTRODUCCIÓN

El interés por reducir la aplicación de los productos químicos de síntesis en agricultura, está llevando a intensificar el estudio de los productos naturales. Este es el caso del ajeno mayor (*Artemisia absinthium* L), planta de la que cabe destacar sus propiedades alelopáticas y vermífugas, conocidas de antiguo (FONT QUER, 1981). Esta especie es frecuente en Aragón, y en otras zonas de España, como arvense o ruderal, en campos y rastrojos abandonados, por encima de los 600 m (s.n.m.).

Tanto sus propiedades alelopáticas como antihelmínticas, parecen estar relacionadas principalmente por su contenido en absintina, un sesquiterpeno lactona inhibidor del crecimiento (RICE, 1974). Sus propiedades antihelmínticas han sido más recientemente estudiadas. KORAYEN *et al.* (1993) afirma que la absintina inhibe la acetilcolinesterasa, enzima que interviene en los procesos de transmisión del impulso nervioso. Hay que recordar que la inhibición de esta enzima, y la consiguiente acumulación tóxica de acetilcolina, es el principio de acción de los insecticidas y nematicidas fosfóricos (BARBERÁ, 1974).

La infección con nematodos gastrointestinales es una de las principales limitantes para el desarrollo de los sistemas de producción de rumiantes en base al pasto (URIARTE y VALDERRÁBANO, 1985), lo que ha dado lugar a que los tratamientos antihelmínticos se hayan convertido en una práctica rutinaria de manejo en las explotaciones ovinas. Sin embargo, numerosos informes (WALLER, 1997) han puesto en evidencia la aparición de resistencias vinculadas al uso reiterado de fármacos, lo que exige la búsqueda de otros métodos alternativos para el control de los nematodos que sean baratos y seguros para el consumidor.

En este trabajo se exponen los ensayos de alelopatía efectuados para observar *in vitro* el efecto inhibitorio del ajeno sobre la germinación en varias especies de malas hierbas, así como los ensayos realizados para valorar su efecto antihelmíntico frente a *T. colubriformis*, parásito gastrointestinal frecuente en especies rumiantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

### 1. Ensayos de alelopatía:

Se tomaron 10g de hojas y flores de ajeno procedente de Morella (CS) y cultivado en las parcelas del SIA (Montañana, Z), previamente desecados en estufa a 80°C y molidas, se mezclaron con 250ml de agua destilada, y se dejaron macerando durante 48h. Tras este tiempo, el macerado se filtró, constituyendo este filtrado la solución que llamaremos S, a partir de la cual se prepararon diluciones al 50% (S/2) y al 10%

(S/10), así como un testigo preparado con agua destilada solamente. Esta solución se obtuvo modificando la propuesta por BÉRES *et al.* (1998) para *Ambrosia artemisifolia* L.

Se utilizaron placas Petri de 9 cm de diámetro, cubiertas en su fondo con papel de filtro, sobre el cual se colocaron 10 semillas de *Sonchus oleraceus* L. y *Amaranthus hybridus* L. Sobre cada placa Petri se aplicaron 2 ml de líquido según el tratamiento que correspondiera. Se emplearon tres placas por tratamiento.

Las placas Petri se introdujeron en cámaras de atmósfera controlada, variando la temperatura según las condiciones óptimas para la germinación de las distintas semillas. Así, para *S. oleraceus*, las placas se colocaron en cámaras a 22,5°C, mientras que para *A. hybridus* se pusieron a 30°C. Se evaluó diariamente la germinación de las semillas, considerando germinadas las que presentaban cotiledones verdes y radícula, durante los 20 días que duró cada ensayo. Se evaluó el efecto de la concentración de la solución en la germinación de las dos especies y se repitieron los ensayos en tres fechas distintas. Los datos se procesaron por análisis de varianza una vez transformados mediante  $\sqrt{x+0,5}$  para normalizarlos.

## 2. Ensayos del efecto antihelmíntico:

La potencialidad del ajeno como antihelmíntico se valoró *in vitro* según el método descrito por HUBERT y KERBOEUF (1992). Los efectos ovicida y larvicida fueron determinados a partir de muestras de heces de un cordero “naif” infectado artificialmente a los 2 meses de edad con *Trichostrongylus colubriformis* y mantenido bajo las condiciones necesarias para lograr un cultivo puro. La concentración de huevos de *T. colubriformis* obtenida tras sucesivos lavados y filtrados se estimó en 5 muestras de 50 µl. El efecto ovicida del ajeno se estimó a partir del número de larvas desarrolladas sobre cantidades conocidas de huevos incubados en medio nutritivo a 27°C durante 48 h a las que se les añadió la solución S en concentraciones del 100, 50, 12,5, 2,5 y 0,5% o agua destilada. Se emplearon tres repeticiones por dosis. El test de desarrollo larvario se llevó a cabo tras 48 h de incubación cuando los parásitos habían alcanzado el 1<sup>er</sup> estadio larvario. Entonces, se añadieron las concentraciones de la solución S establecidas a los cultivos de *T. colubriformis*. El 3<sup>er</sup> estadio larvario se alcanzó siete días más tarde, valorándose entonces el número de larvas vivas por tratamiento.

Se utilizó como referencia el antihelmíntico comercial fenbendazol (Panacur 25 mg/l de Hoechst Rousset Vet.) a concentraciones de 100, 50, 12,5, 2,5 y 0,5 µg/ml, ya que el fenbendazol es el benzimidazol que mayor eficacia tiene frente a los nematodos gastrointestinales y pulmonares de los ovinos y, por tanto, uno de los más utilizados a nivel práctico (TARAZONA *et al.*, 1993). La valoración de los tratamientos antihelmínticos a las distintas concentraciones empleadas y de las muestras testigo se hizo por triplicado expresándose los resultados en % de huevos eclosionados o L3.

## RESULTADOS

### 1. Efecto alelopático:

En la Figura 1 se puede observar que la solución S inhibió la germinación de *S. oleraceus* y de *A. hybridus*, a los 20 días, un 87% y un 86% en relación con la obtenida en el testigo, respectivamente. Las dosis intermedias no tuvieron ese efecto, aunque en ocasiones se observaron coleoptilos deformados o alargados, y radículas inhibidas o cotiledones amarillentos, por lo que, además de los efectos inhibitorios en la germinación, también se observaron efectos tóxicos sobre las plántulas. La dosis de S/10 tuvo, a veces, un ligero efecto estimulante. Las diferencias de la solución S con los testigos fueron significativas ( $p < 0,05$ ) en el test de Tukey realizado en ambas especies.

### 2. Efecto antihelmíntico:

Mientras que el 67% de los huevos de *T. colubriformis* eclosionaban tras ser incubados *in vitro* durante 48 h en el tratamiento testigo, la proporción de huevos eclosionados se redujo significativamente ( $P < 0.05$ ) tanto cuando se incubaron en presencia de la solución standard de ajeno (5,5%) o diluida al 50% (21,9%) como a concentraciones de 100 y 50  $\mu\text{g/ml}$  de fenbendazol (Figura 2). A mayores diluciones, tanto de ajeno como de fenbendazol, la proporción de huevos eclosionados no difirió de la observada en el tratamiento testigo. En el análisis de los efectos de los tratamientos sobre el desarrollo de las primeras fases larvianas a larvas infestantes (L3) no se observó ninguna larva viva en ninguna de las diluciones de fenbendazol (Figura 3). En los tratamientos con ajeno, únicamente en la solución standard (S) se observó que el número de huevos eclosionados que habían evolucionado a larvas infestantes (9%) fue significativamente menor que en el tratamiento testigo donde el 64% evolucionaron a L3.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 1. Efecto alelopático:

Los resultados han demostrado claramente un efecto inhibitor importante de la germinación *in vitro* del extracto del ajeno en *S. oleraceus* y *A. hybridus*. En otro ensayo realizado recientemente con dos biotipos de *A. hybridus*, uno sensible y otro resistente a los herbicidas derivados de las triazinas, se han obtenido resultados idénticos (datos no presentados). Se conoce desde hace tiempo que el ajeno produce fitotoxinas y que sus hojas incorporadas al suelo son capaces de inhibir la germinación y el desarrollo de las plántulas de judía y, en menor medida, del guisante (LYDON *et al.*, 1997).

### 2. Efecto antihelmíntico:

Los resultados obtenidos ponen claramente de manifiesto el efecto inhibitor del extracto de *A. absinthium* en el desarrollo del ciclo de *T. colubriformis*. Las propiedades ovicidas del extracto de ajeno se pusieron en evidencia tanto por la reducción, en relación al testigo, del porcentaje de eclosión de huevos de *T. colubriformis* incubados en presencia de concentraciones S y S/2 de ajeno, como por la similitud de respuesta frente al fenbendazol. Sin embargo, la capacidad de inhibición del desarrollo larvario únicamente difirió significativamente del testigo en el tratamiento S, aun cuando las larvas son más susceptibles a los antihelmínticos que los huevos (HUBERT y KERBOEUF, 1992).

La eficiencia de metabolitos secundarios extraídos de algunas especies de plantas, *A. absinthium* entre otras, frente a la motilidad y eclosión de huevos de nematodos parásitos de plantas, ya fue puesto en evidencia por KORAYEM *et al.* (1993). Aunque en el caso de parásitos animales los test *in vitro* no tienen en cuenta la metabolización del producto en el huésped, en estudios con fármacos convencionales se han observado buenas correlaciones entre la susceptibilidad de los estados libres y la de los parásitos (KERBOEUF, 1991), por lo que el extracto de *A. absinthium* ofrece grandes posibilidades como antihelmíntico natural de los nematodos gastrointestinales.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto FAIR 3 CT 96-1485.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARBERA, C. (1974). Pesticidas agrícolas. Ediciones Omega. 596 págs.
- BÉRES, I.; SARDI, K.; KÁMÁN S. (1998). Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. on germination and seedling growth of field crops. 6<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium 1998, Montpellier, France, 89-90.

- FONT QUER, P. (1981). El Dioscórides renovado. Editorial Labor. 1033 págs.
- HUBERT, J.; KERBOEUF, F. (1992). A micro-larval development assay for detection of resistance to thiabendazole, levamisole, pyrantel tartrate and ivermectina. *Veterinary Record*, 130: 442-446.
- KERBOEUF, D. (1991). Resistances des strongles vis-a-vis des anthelminthiques. Detection, quantification, interpretation des resultats. Journées Toulousaines de Parasitologie Veterinaire. 30-41.
- KORAYEM, A.M.; HASABO, S.A.; AMEEN, W.W. (1993). Effects and mode of action of some plant extracts on certain plant parasitic nematodes. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 66, 32-36.
- LYDON, J.; TEASDALE, J.R.; CHEN, P.K. (1997). Allelopathic activity of annual wormwood (*Artemisia annua*) and the role of artemisinina. *Weed Science*, 45: 807-811.
- RICE, E.L. (1974). Allelopathy. Academic Press. 353 págs.
- TARAZONA, J.M.; URIARTE, J.; ROJO VÁZQUEZ, F.A. (1993). Terapéutica y control. *Ovis*, 25: 75-88.
- URIARTE, J.; VALDERRÁBANO, J. (1989). An epidemiological study of parasitic gastro-enteritis in sheep under an intensive grazing system. *Veterinary Parasitology*, 31: 71-81.
- WALLER, P.J. (1997). Anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*, 72: 391-412.

Summary: Allelopathic and anthelmintic effect of wormwood (*Artemisia absinthium*). The allelopathic and anthelmintic effect of an *A. absinthium* leaves and flowers water extract was studied. The water extract S (40 g/l) inhibited *Sonchus oleraceus* and *Amaranthus hybridus* germination *in vitro* tests by an 87 and 86% respectively. However, S/10 and S/2 dilutions did not significantly affect seed germination. The water extract anthelmintic properties were tested on *Trichostrongylus colubriformis* by egg hatch assays and larval development tests. Eggs and larvae, of this ruminant gastrointestinal nematode, were cultured on a nutritive medium with increasing dilutions of either the S extract (S, S/2, S/8, S/40, S/200) or a fenbendazol commercial preparation. The proportion of eggs hatched by 48 hours incubation was significantly reduced when either S, S/2 or fenbendazol at 100 and 50 mg/ml was added to the medium. While no alive larvae were observed in any of the treatments with fenbendazole in the range of 0,5 to 100 mg/ml, the number of larvae that reach the third infective stage (L3) when cultured in the presence of *A. absinthium* water extracts were just significantly reduced for the S treatment.

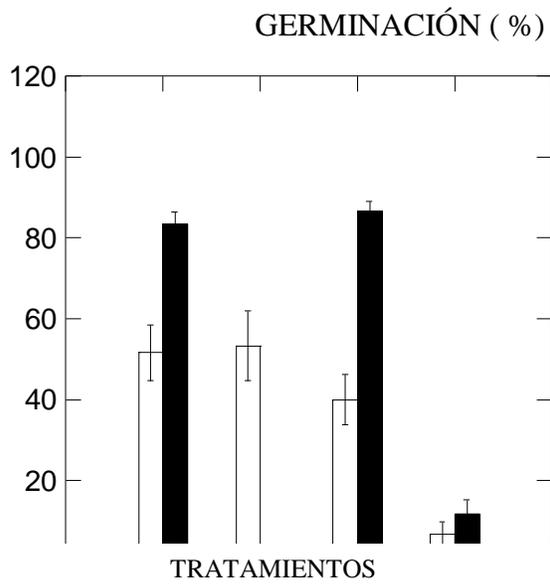


Figura 1: Porcentaje de germinación obtenido a los 20 días con semillas de *Sonchus oleraceus* (barras en blanco) y *Amaranthus hybridus* (barras rayadas) sometidos a distintos tratamientos (1: testigo, 2: S/10 sólo en *S. oleraceus*, 3: S/2 y 4: S). Se indica la desviación típica en cada columna.

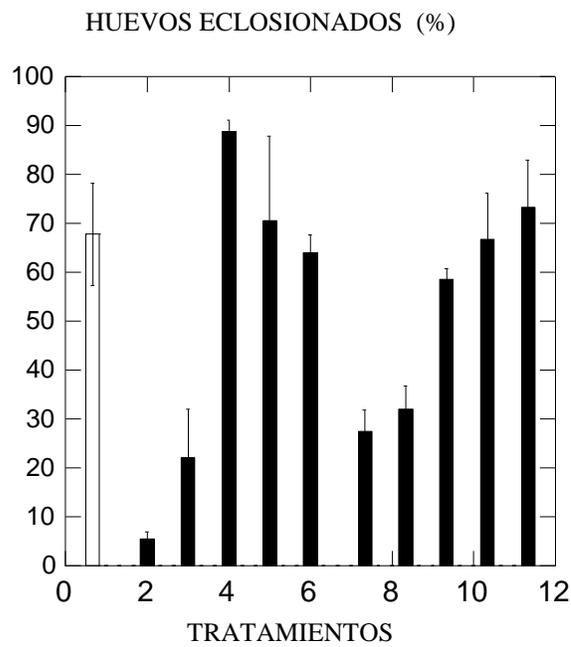


Figura 2: Huevos eclosionados (%) según distintos tratamientos (1: testigo, 2: solución S, 3: S/2, 4: S/8, 5: S/40, 6: S/200. Barras más oscuras: 7: fenbendazol 100 ml, 8: 50 ml, 9: 12,5 ml, 10: 12,5 ml, 11: 2,5 ml, 12: 0,5 ml). Se indica la desviación típica en cada columna.

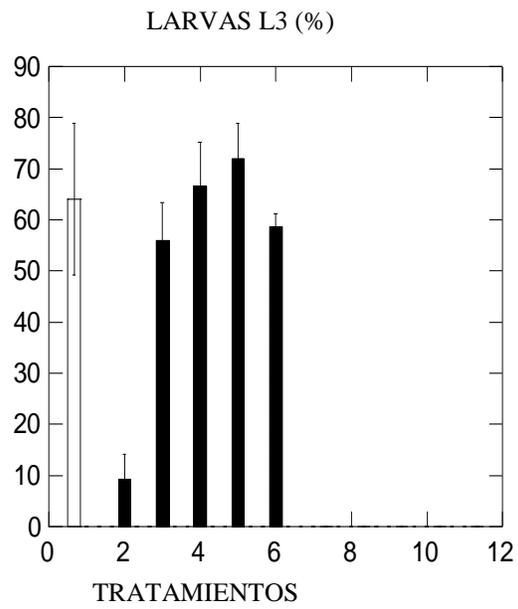


Figura 3: Huevos evolucionados a larvas L3 (%) según distintos tratamientos (1: testigo (barra en blanco), 2: solución S, 3: S/2, 4: S/8, 5: S/10, 6: S/200). Todos los tratamientos con fenbendazol impidieron la evolución de

## **EFFECTOS ALELOPÁTICOS DE *Tribulus terrestris***

A.M. VERDÚ, M.T. MAS, A. ALMIRALL

Departamento de Agronomía. ESAB. Urgell 187. 08036 Barcelona.

Resumen: Se han estudiado los efectos alelopáticos del abrojo (*Tribulus terrestris* L.) sobre semillas de tres cereales (maíz, sorgo y ray-grass italiano) y de una leguminosa (alfalfa) en condiciones de laboratorio. Los resultados obtenidos han mostrado que los extractos acuosos de los frutos de abrojo limitan seriamente la capacidad germinativa de las semillas de ray-grass italiano. Así mismo, se observó una reducción significativa en las longitudes del coleoptilo y la coleorriza en maíz y ray-grass italiano.

Palabras clave: Abrojo, mericarpo, maíz, sorgo, ray-grass, alfalfa, germinación.

### **INTRODUCCIÓN**

El abrojo (*Tribulus terrestris* L.) es una mala hierba que hasta la campaña del pasado verano (1998) no se había detectado en la granja experimental de Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona). La población de esta especie presentó unos niveles de infestación relativamente importantes. Son conocidos sus efectos nocivos, entre otros, sobre el ganado ramoneador (FORD, 1991), los nematodos (KHURMA y SINGH, 1997). PARIHAR y KANODIA (1987) citan las propiedades alelopáticas de esta especie. El estudio de los efectos alelopáticos entre malas hierbas y plantas de cultivo ha generado un gran número de publicaciones, debido a las interesantes perspectivas de cara al control de las malas hierbas. Sin embargo, este tipo de estudios no está exento de dificultades, especialmente por lo que respecta a la metodología empleada (QASEM y HILL, 1989). En este trabajo se ha realizado una prueba preliminar de laboratorio para detectar los posibles efectos alelopáticos de extractos acuosos de frutos de abrojo en semillas de maíz, sorgo, ray-grass italiano y alfalfa.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Preparación del extracto de frutos: Los frutos (mericarpes) maduros de abrojo se recolectaron en Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona) el 23/10/98. Una vez secos se guardaron a temperatura ambiente. Los mericarpos, previa desinfección con hipoclorito sódico (1.25%), se procesaron con la ayuda de un molino Culatti (filtro 2mm). Para la preparación del extracto de concentración más elevada (20% peso/volumen) se procedió a agitar durante 20 minutos la correspondiente mezcla de polvo y agua destilada. Después se dejó reposar la mezcla durante 20 minutos. A continuación se centrifugó, se recogió el sobrenadante y se filtró con la ayuda de un embudo Buchner y papel de filtro Whatman. Se obtuvo la conductividad de este extracto. Por dilución se obtuvieron los correspondientes extractos 10% y 5%.

Preparación de una dilución de abono líquido: Con la finalidad de descartar posibles efectos sobre las semillas debidos a la conductividad del extracto, se preparó una dilución de abono líquido comercial que presentara una conductividad similar a la del extracto de concentración más elevada. El abono utilizado tiene una riqueza en nitrógeno total (N) del 3%, en fósforo ( $P_2O_5$ ) del 3% y en potasio ( $K_2O$ ) del 3%.

Preparación de las semillas: Se utilizaron semillas de maíz 'Lancaster', sorgo (variedad forrajera comercial), ray-grass italiano 'Promenade' y alfalfa 'Aragón'. Inmediatamente antes de proceder a las pruebas de germinación, las semillas fueron desinfectadas mediante lavado enérgico con hipoclorito sódico (1.25%) durante 5 minutos. Posteriormente se lavaron con abundante agua destilada.

Pruebas de germinación:

Se realizaron pruebas de germinación utilizando extractos acuosos 20%, 10% y 5%, y como testigo se utilizó agua destilada (8 ml por placa de Petri de 9 mm de diámetro). El número de semillas por placa varió en función de la especie (maíz, 10; sorgo, 20; ray-grass italiano y alfalfa, 25). Para cada concentración de extracto acuoso (control incluido) y cada especie se utilizó un lote de 100 semillas. Las placas se incubaron a 25°C en régimen de oscuridad. El porcentaje de germinación se obtuvo a las 24 horas (excepto en ray-grass, a las 36 horas). A las 72 horas se volvió a determinar el porcentaje de germinación, así como las longitudes del coleoptilo y coleorriza en las tres gramíneas, y la longitud total (hipocótilo + radícula) en la alfalfa.

Con un lote de 150 semillas de ray-grass italiano se probaron también los efectos de una dilución de abono líquido (de conductividad equiparable al extracto acuoso de abrojo al 20%) sobre la germinación a las 72 horas.

Los datos de germinación se transformaron mediante la función arcoseno. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Ins., 1992) para realizar el análisis de la varianza y la separación de medias (Student-Newman-Keuls)

## RESULTADOS

De los resultados de germinación (Tabla 1) destacan los siguientes aspectos:

(1) las semillas de ray-grass italiano tratadas con extracto de abrojo presentan un menor porcentaje de germinación estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), tanto a las 36 como a las 72 horas; además se observa que a mayor concentración de extracto disminuye el porcentaje de germinación.

(2) en maíz, los extractos 10% y 20% tuvieron efecto sobre la germinación de las semillas a las 24 horas, pero a las 72 horas el porcentaje de germinación no fue significativamente distinto.

(3) en sorgo y alfalfa no se observó efecto alguno.

Además, en el caso del ray-grass italiano, el porcentaje de germinación de las semillas tratadas con abono líquido diluido tampoco se redujo significativamente a un nivel de probabilidad de 0.05 (porcentajes del 78% en testigo y del 65% en abono líquido).

Especie	maíz		ray-grass italiano		sorgo		alfalfa	
	24h	72h	36h	72h	24h	72h	24 h	72h
Tratamiento								
b	27.6a	85.1a	78.2a	81.6a	25.2a	88.2a	90a	94a
t5	18a	73a	30b	37b	14a	82a	95a	97a
t10	6b	72a	11c	19c	14a	79a	82.6a	96a
t20	5b	75a	1c	2d	13a	78a	84a	93a

Tabla 1. Porcentajes de germinación de las semillas de las cuatro especies a las 24 (36 en el caso del ray-grass italiano) y 72 horas de incubación (25 °C, oscuridad). Los tratamientos realizados fueron: t germinación con extracto acuoso de *Tribulus terrestris* al porcentaje que se indica; b germinación con agua destilada. Los valores (%) corresponden a medias de 10, 5 y 4 placas (maíz, sorgo y ray-grass italiano o alfalfa, respectivamente). Para cada columna, las medias seguidas de las mismas letras no difieren significativamente ( $p > 0.05$ ).

En la Tabla 2 se observa una reducción significativa en la elongación de la coleorriza y del coleoptilo de las semillas tratadas de maíz y ray-grass italiano. En el caso del sorgo esta pauta no es tan clara, aunque las longitudes de los coleoptilos en las semillas tratadas son siempre menores. En alfalfa, los efectos de los extractos, de presentarse, potenciarían la elongación de la plántula.

Especie	maíz		ray-grass italiano		sorgo		alfalfa
	coleorriza	coleoptilo	coleorriza	coleoptilo	coleorriza	coleoptilo	
Tratamiento							
b	3.73a	1.07a	1.29a	0.38a	1.27a	0.81a	3.49c
t5	2.18b	0.52b	0.29b	0.16b	1.06a	0.54b	5.20a
t10	2.33b	0.54b	0.10bc	0.03bc	1.06a	0.56b	4.50b
t20	1.92b	0.53b	0.004c	0.00c	0.65b	0.45b	3.41c

Tabla 2. Longitudes (cm) de coleorriza y coleoptilo o totales (hipocótilo+radícula) de las semillas de las cuatro especies a las 72 horas de incubación (25 °C, oscuridad). Los tratamientos realizados fueron: t germinación con extracto acuoso de *Tribulus terrestris* al porcentaje que se indica; b germinación con agua destilada. Para cada columna, las medias seguidas de las mismas letras no difieren significativamente ( $p > 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

La prueba de germinación de ray-grass italiano con abono líquido diluido se realizó pensando en que los efectos tan drásticos sobre el porcentaje de germinación que mostraron los extractos de abrojo (especialmente al 20%) podían deberse no sólo a alelopatías, sino a inhibición osmótica (MAYER y POLJAKOFF-

MAYBER, 1989). Los resultados mostraron que la conductividad de la dilución no reduce de por sí el porcentaje de semillas germinadas, aunque no podemos descartar la existencia de algún tipo de interacción. En el caso de confirmarse el contenido de sustancias alelopáticas en los frutos de abrojo, esta característica podría suponer, en condiciones de campo, cierta ventaja competitiva respecto a otras especies pratenses o forrajeras de su entorno. Por otra parte, es muy importante el control de esta mala hierba ya que si se fuera consumida por el ganado (rumiantes), las sustancias tóxicas que contiene el abrojo, por ejemplo saponinas (MILES *et al.*, 1994), podrían interferir en su sistema biliar y causar una enfermedad denominada fotosensibilidad hepatogénica.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de germinación de semillas de ray-grass italiano se ve reducido, en función de la concentración de los extractos acuosos de frutos de abrojo, desde un 63% hasta un 98%. Así mismo, se observa una reducción significativa de la elongación de la coleoriza y del coleoptilo, mayor cuanto más concentrado es el extracto. Los extractos no mostraron efectos en la germinación de sorgo y alfalfa, y sólo fueron perceptibles sus efectos a las 24 horas en semillas de maíz. En ésta última especie, sin embargo, los extractos causan una reducción significativa en la elongación de la coleoriza y del coleoptilo, sin que influya aparentemente la concentración del extracto.

## BIBLIOGRAFÍA

- FORD, E.J.H. 1991. Photosensitization. En: Diseases of sheep. W.B. Martin y D. Aitken (Eds.) . Blackwell, Oxford.
- KHURMA, U.R. y A. SINGH. 1997. Nematicidal potential of seed extracts: *In vitro* effects on juvenile mortality and egg hatch of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Nematol. medit. 25: 49-54.
- MAYER, A.M. y A. POLJAKOFF-MAYBER. 1989. The germination of seeds. Pergamon Press.
- MILES, C.O., A.L. WILKINS, G.L. ERASMUS y T.S. KELLERMAN. 1994. Photosensitivity in South Africa. VIII Ovine metabolism of *Tribulus terrestris* saponins during experimentally induced geeldikkop. Onderstepoort J. of Veterinary Res. 61: 351-359.
- PARIHAR, S.S. y K.C. KANODIA. 1987. Beware of the exotic weeds. Indian Farming 37: 24-27.
- QASEM, J.R. y T.A. HILL. 1989. On difficulties with allelopathy methodology. Weed Research 29: 345-347.
- SAS Institute. 1992. SAS/STAT User's Guide. Version 6.08, vols. 1,2. SAS Institute Inc., Cary. NC.
- Summary: Allelopathic effects of *Tribulus terrestris*. Allelopathic effects of puncturevine on seeds of three cereals (maize, sorghum, and italian ryegrass) and one leguminous (alfalfa) were tested in laboratory experiments. Results showed that aqueous extracts of puncturevine burrs seriously decreased seed germination of italian ryegrass. These extracts also significantly reduced the coleorhyza and coleoptile elongation of

italian ryegrass and maize seedlings.

Key words: Puncturevine, burr, maize, sorghum, italian ryegrass, alfalfa, germination.

## **DETERMINACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD Y PERSISTENCIA DE LOS HERBICIDAS EN EL SUELO MEDIANTE UN MÉTODO DE EXTRACCIÓN EN COLUMNA**

J. L. TADEO\*, C. SANCHEZ –BRUNETE\*, E. MIGUEL\*, A.I. GARCIA-VALCARCEL\*,  
R. A. PEREZ\*\* M.D. FERNANDEZ\*

\*Departamento de Uso Sostenible del Medio Natural

\*\*Departamento de Protección Vegetal  
INIA. Apartado 8111, 28080 MADRID

Resumen: La determinación de la biodisponibilidad y de la persistencia en el suelo de los herbicidas atrazina, alacloro, simazina y tiazopir se ha estudiado mediante un nuevo método de extracción en columna. La biodisponibilidad de estos compuestos en la solución del suelo se corresponde bien con sus respectivos coeficientes de adsorción y disminuye con el tiempo de residencia en el suelo de dichos herbicidas.

Palabras clave: atrazina, alacloro, simazina, tiazopir.

## **INTRODUCCIÓN**

La determinación de la biodisponibilidad y de la persistencia de los herbicidas en el suelo es muy importante, tanto desde el punto de vista de la eficacia en el control de las malas hierbas, como para la evaluación de la toxicidad y movilidad de los mismos en el suelo, que a su vez tiene una gran repercusión en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (TADEO et al., 1998).

El contenido total de un herbicida en el suelo indica el grado de contaminación del mismo, aunque el nivel de toxicidad puede ser diferente, dependiendo de diversos factores entre los que se encuentran la adsorción del herbicida a la materia orgánica del suelo o su inmovilización en microporos inaccesibles (RONDAY, 1997). Por consiguiente, sólo la fracción disponible en la solución del suelo es la que está relacionada con los efectos biológicos de estos compuestos y con su movilidad.

En el presente trabajo se estudia la determinación de la biodisponibilidad y persistencia de diferentes herbicidas en el suelo, por medio de un método de extracción en pequeñas columnas que permite la obtención de la solución del suelo mediante vacío, así como el análisis del herbicida en el suelo, en la misma columna, por medio de la extracción del suelo con pequeños volúmenes de disolvente orgánico.

## MATERIAL Y METODOS

### Suelos y herbicidas:

Las características físico-químicas de los suelos utilizados en este estudio se presentan en la tabla 1.

Se realizaron dos tipos de ensayos. En el primero, las mezclas de los herbicidas atrazina - alacloro y simazina – tiazopir se aplicaron por separado al suelo, en condiciones de laboratorio a una dosis de 2 µg/g. El otro ensayo se realizó con el suelo C, muestreado de la capa superficial de un suelo forestal, tratado con Gesatop (Simazina 50% p/v) a una dosis de 2 kg de materia activa por Ha.

Suelo	Arena	Limo	Arcilla	pH	M.O.
A	64,8	23,9	11,5	6,68	1,7
B	59,8	24,8	15,3	5,40	0,9
C	93,4	4,2	2,4	5,01	0,7

Tabla 1. Características físico-químicas de los suelos.

### Extracción en Columnas:

La muestra de suelo (5g) se coloca en una columna de polipropileno de 25 ml de capacidad y se le añade agua hasta saturación del suelo (aproximadamente 3 ml). Se mantiene durante 24-48 horas a 18°C para conseguir el equilibrio, posteriormente se sonica durante 15 min y la solución del suelo se separa mediante vacío, se añade agua adicional (alrededor de 2 ml) y se repite el procedimiento. La solución del suelo también puede obtenerse mediante centrifugación. El herbicida se extrae de dicha solución con acetato de etilo (2 x 5 ml).

El herbicida retenido en el suelo se determina mediante la adición de acetato de etilo (4ml), sonicación de la muestra durante 15 min y posterior separación del disolvente a vacío. El proceso de extracción se repite dos veces, lavando al final con 2 ml de disolvente adicional.

### Análisis:

Los herbicidas se determinan en los extractos orgánicos mediante cromatografía gaseosa con detector NPD e inyector automático en las condiciones previamente publicadas (PEREZ et al., 1998; SANCHEZ-BRUNETE et al.,1998).

## RESULTADOS

En primer lugar se estudió la distribución de los herbicidas, aplicados en condiciones de laboratorio, entre las dos fases del suelo. La concentración de los herbicidas obtenida en la solución del suelo, junto con su contenido en el suelo, se muestra en la tabla 2. Como puede observarse, los porcentajes encontrados en la solución se corresponden bien con la adsorción de los compuestos en el suelo, siendo el tiazopir el herbicida que presenta los niveles más bajos, debido a su mayor coeficiente Kow, que dará lugar a un mayor coeficiente Koc, aunque no se han encontrado en la bibliografía valores de dicho coeficiente para el tiazopir.

Entre los valores obtenidos para los otros herbicidas, el mayor porcentaje corresponde a la atrazina, seguida de la simazina y del alacloro, cuyos valores representativos de Koc son 100, 130 y 170, respectivamente (WAUCHOPE et al., 1992).

Suelo	Simazina	Tiazopir	Atrazina	Alacloro
A %Solución	29,2 ± 1,2	2,4 ± 0,6	34,4 ± 1,8	17,6 ± 1,8
%Suelo	70,8 ± 2,6	97,6 ± 3,2	65,6 ± 3,5	82,4 ± 2,4
B %Solución	24,8 ± 1,3	2,3 ± 0,5	27,0 ± 5,1	9,5 ± 2,3
%Suelo	75,2 ± 1,4	97,7 ± 1,0	73,0 ± 4,4	90,5 ± 6,7

Tabla 2. Valores del contenido del herbicida en la solución del suelo y en el suelo. Media de tres repeticiones ± desviación estándar.

Asimismo, se estudió la variación de la concentración del herbicida simazina en la solución del suelo con el tiempo de permanencia, tras su aplicación en una finca forestal. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

Suelo	Contenido	Tiempo 0	Tiempo 1mes	Tiempo 3meses
C	Solución (%)	26,1 ± 1,9	23,7 ± 1,6	17,1 ± 1,0
	Suelo (%)	73,9 ± 8,4	76,3 ± 10,7	82,9 ± 10,2
	Total suelo (µg/g)	2,3 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,22 ± 0,03
	% Remanente	100	56,5	9,6

Tabla 3. Variación del porcentaje de simazina en la solución del suelo y en el suelo con el tiempo transcurrido desde su aplicación. Media de cuatro repeticiones ± desviación estándar.

Estos resultados muestran una disminución de la proporción de herbicida en la solución del suelo con el tiempo transcurrido desde su aplicación. Esta proporción llega a ser, a los tres meses, cerca del 65% del valor inicial en las condiciones ensayadas.

## CONCLUSIONES

El método utilizado para la determinación de la biodisponibilidad y persistencia de los herbicidas en el suelo es un método sencillo y fiable que utiliza volúmenes pequeños de disolvente orgánico en el análisis de los compuestos.

Los resultados ponen de manifiesto que los niveles de los herbicidas obtenidos en la solución del suelo se corresponden bien con los coeficientes de adsorción. Asimismo, la biodisponibilidad del herbicida disminuye con el tiempo de permanencia del compuesto en el suelo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA y a la CICYT la financiación del proyecto FO96-017.

## BIBLIOGRAFÍA

- RONDAY, R. (1997). Centrifugation method for soil pore water assessment of the bioavailability of organic chemicals in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 28: 777-785.
- PEREZ, R.A.; SANCHEZ-BRUNETE C.; MIGUEL E.; TADEO J.L. (1998). Analytical methods for the determination in soil of herbicides used in forestry by GC-NPD and GC/MS. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1864-1869.
- SANCHEZ-BRUNETE C.; PEREZ, R.A.; MIGUEL E.; TADEO J.L. (1998). Multiresidue herbicide analysis in soil samples by means of extraction in small columns and GC with NPD and GC with MS detection. *J. Chromatography A* 823: 17 – 24.
- TADEO, J.L; GARCIA-VALCARCEL, A.I.; PEREZ, R.A.; SANCHEZ-BRUNETE C. (1998). Residues of triazine herbicides in soil: analysis, transport and persistence. *Recent Res. Devel. in Agricultural & Food Chem.* 2: 165-181.
- WAUCHOPE, R.D.; BUTTLER, T.M.; HORNSBY, A.G.; AUGUSTIJN BECKERS, P.W.M.; BURT, J.P. (1992). The SCS/ARS/CES pesticide properties database for environmental decision – making. *Rev. Env. Contam. Toxic.* 123: 1-155.

Summary: Determination of herbicide bioavailability and persistence in soil by means of a column extraction method. The determination of the bioavailability and persistence in soil of the herbicides atrazine, alachlor, simazine and thiazopyr has been studied by a new column extraction method. The bioavailability of these compounds in soil solution is in agreement with their adsorption coefficients and decreases with the residence time of these herbicides in soil.

Key words: atrazine, alachlor, simazine, thiazopyr.

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONTENIDO EN  
MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN LA DEGRADACIÓN DE SIMAZINA Y  
HEXAZINONA**

M. D. FERNANDEZ\*, R. A. PEREZ\*\*, C. SANCHEZ-BRUNETE\*, J. L. TADEO\*

\*Departamento de Uso Sostenible del Medio Natural

\*\*Departamento de Protección Vegetal  
INIA. Apartado 8111, 28080 MADRID

Resumen: En el presente trabajo, se estudia la degradación en laboratorio de dos herbicidas usados en reforestación, simazina y hexazinona, en diferentes condiciones de temperatura y humedad, con un suelo de la provincia de Guadalajara, bajo en materia orgánica y una mezcla de dicho suelo y un compost procedente de lodo de depuradora de agua residual. Los resultados obtenidos mostraron un incremento de la velocidad de degradación con la temperatura y la humedad, observándose una mayor sensibilidad de la simazina a los cambios de temperatura y de hexazinona a los cambios de humedad en el suelo. Asimismo, en ambos casos se observó una disminución de la velocidad de degradación al aumentar la materia orgánica.

## **INTRODUCCIÓN**

Simazina y hexazinona son dos herbicidas usados frecuentemente en reforestación. Para que un herbicida sea eficaz debe tener un tiempo de permanencia suficiente para actuar contra las malas hierbas. Sin embargo, un tiempo de vida excesivamente largo puede causar problemas de contaminación ambiental, tanto por su acumulación en el suelo como por la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En este sentido, es importante tener datos relativos a la degradación de los herbicidas en distintas condiciones medioambientales.

Es conocido, que los factores que más afectan a la degradación de un herbicida son la humedad, la temperatura y el contenido en materia orgánica del suelo. Respecto a la simazina, existen diversos trabajos relativos a su degradación en función de la humedad y la temperatura (WANG et al., 1995; NEARPASS et al., 1978), sin embargo la información sobre los efectos de la materia orgánica es más escasa (WALKER et al.,

1983; BARRIUSO et al., 1997). En cuanto a la hexazinona, no se han encontrado en la bibliografía estudios sobre la influencia de estos factores en su degradación.

En el presente trabajo, se ha estudiado el efecto de los tres factores indicados en la degradación de simazina y hexazinona, mediante un ensayo de incubación en laboratorio en distintas condiciones de humedad y temperatura y se ha evaluado la influencia de la materia orgánica comparando los resultados obtenidos en suelo y en una mezcla de suelo y compost.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Suelo y compost:

El suelo usado en este estudio es franco arenoso, recogido en la capa superficial (0-20cm) de un campo experimental situado en la provincia de Guadalajara, con pH=8,3 y 15,56% de arcilla, 12,10% de limo y 71,26% de arena. El contenido en materia orgánica fue del 0,5%. El compost se obtuvo a partir de una mezcla de lodos procedentes de cinco depuradoras de aguas residuales de la provincia de Madrid, con un pH=6,6 y un contenido en materia orgánica de 19,69%.

### Incubaciones:

Las muestras de suelo o suelo-compost fueron tratadas con simazina (Gesatop) o hexazinona (Velpar) a dosis de 1,4 mg Kg<sup>-1</sup> suelo y 1,3 mg Kg<sup>-1</sup> suelo, respectivamente, equivalente a las dosis empleadas en los tratamientos en campo.

La degradación de los herbicidas fue seguida mediante un ensayo de incubación del suelo en el laboratorio durante tres meses, en botes de cristal de 500 ml, en la oscuridad y en distintas condiciones de humedad y temperatura. Así, para los estudios a distinta temperatura, se realizaron cinco ensayos a 4, 15, 20, 25 y 32 °C con un contenido de humedad del 12% y para ver el efecto de la humedad, se realizaron 4 ensayos a una temperatura fija de 20 °C y humedades variables de 4, 8, 12 y 15%. Por último, se realizó un ensayo de degradación a 20°C y 8% de humedad con una mezcla de suelo (90%) + compost (10%), con lo cual se pasó de un contenido de materia orgánica del 0,5% al 2,4%.

### Extracción y análisis:

De cada tratamiento se tomaron muestras para su análisis por duplicado, a los 0, 14, 28, 42, 56, 72 y 90 días de ensayo. La extracción de las muestras se realizó por un método de extracción en columna, desarrollado recientemente en nuestro laboratorio (PEREZ et al., 1998).

Los extractos fueron analizados en un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard modelo 5890 equipado con detector nitrógeno-fosforo y un inyector automático.

## RESULTADOS

En todas las condiciones estudiadas, la degradación, tanto de simazina como de hexazinona sigue una cinética de primer orden, donde  $C = C_0 e^{-kt}$ , siendo  $C$  (mg ml<sup>-1</sup>) la concentración de herbicida a tiempo  $t$  (días),  $C_0$  (mg ml<sup>-1</sup>) la concentración inicial y  $k$  (días<sup>-1</sup>) la constante de degradación. En las tablas 1 y 2 se muestran los valores de la constante de degradación ( $k$ ) y de la vida media ( $V_m$ ), así como la constante de regresión lineal de la ecuación anterior transformada logarítmicamente.

En general, el efecto de la temperatura en la degradación de los herbicidas en suelo se ha determinado usando la ecuación de Arrhenius,  $k = A e^{-E_a/RT}$ , donde  $E_a$  es la energía de activación, R es la constante universal de los gases y T es la temperatura absoluta. Aplicando los datos mostrados en la tabla 1 a la ecuación de Arrhenius se obtuvieron unos valores de energía de activación de  $61,04 \pm 7,09$  KJul mol<sup>-1</sup> para simazina y  $38,38 \pm 4,13$  KJul mol<sup>-1</sup> para hexazinona, con unas constantes de regresión de 0,9610 y 0,9694 respectivamente.

Temp. (°C)	Humedad (w/w) %	$k$ (días <sup>-1</sup> ) $\times 10^{-2}$		$V_m$ (días)		$r^2$	
		Simazina	Hexazinona	Simazina	Hexazinona	Simazina	Hexazinona
4	12	0,55±0,04	0,64±0,10	125,0	107,8	0,9908	0,8891
15	12	1,93±0,33	1,58±0,07	35,9	44,0	0,9445	0,9496
20	12	3,29±0,91	1,86±0,03	21,1	37,3	0,8115	0,9906
25	12	4,75±0,87	2,12±0,06	14,6	32,7	0,9083	0,9790
32	12	6,07±0,65	3,15±0,11	11,4	22,0	0,9667	0,9692
20	4	1,21±0,13	0,56±0,31	57,4	123,3	0,9555	0,9382
20	8	2,68±0,19	1,62±0,07	25,8	42,8	0,9896	0,9575
20	12	3,29±0,91	1,86±0,03	21,1	37,3	0,8115	0,9906
20	15	3,91±1,05	2,26±0,09	17,7	30,6	0,8221	0,9615

Tabla 1. Valores de la constante de degradación y de la vida media obtenidos para hexazinona y simazina a diferentes temperaturas y humedades del suelo.

Herbicida	Tipo de suelo	$k$ (días <sup>-1</sup> ) $\times 10^{-2}$	$V_m$ (días)	$r^2$
Simazina	Suelo + compost	1,10 ± 0,13	63,0	0,9371
Hexazinona	Suelo + compost	0,38 ± 0,08	168,0	0,8217

Tabla 2. Valores de la constante de degradación y de la vida media obtenidos para la hexazinona y la simazina en la mezcla de suelo y compost a 20 °C y 8% de humedad.

Igualmente, la influencia de la humedad en la vida media, se ajustó a la ecuación empírica:  $V_m = AM^{-B}$ , donde M es el contenido de humedad (w/w) y A y B son dos constantes. Utilizando los datos mostrados en la tabla 1, se obtuvieron los valores de  $A = 183,09 \pm 10,70$  y  $B = 0,882 \pm 0,107$  en simazina y  $A = 469,53 \pm 1,53$  y  $B = 1,039 \pm 0,192$  en hexazinona.

## DISCUSIÓN

Los datos mostrados en la tabla 1 indican una clara dependencia de la velocidad de degradación de los herbicidas estudiados con la temperatura y la humedad, observándose un aumento de la misma al aumentar cualquiera de estos dos factores. Sin embargo, los datos obtenidos indican una mayor influencia de la temperatura en la degradación de simazina, observándose una disminución de su vida media de 125,0 a 11,4 días al aumentar la temperatura de 4 a 32°C mientras que en hexazinona la variación es de 107,8 a 22,0 días, lo cual se corresponde con un valor más alto de la energía de activación obtenido para simazina.

Por el contrario, la hexazinona es muy sensible a la humedad del suelo, siendo su vida media al 4% de humedad de 123,3 frente a 57,4 días en simazina. Este mayor efecto se confirma por unos valores de las constantes de humedad A y B, más altos para hexazinona. En general, la velocidad de degradación de la hexazinona fue mas baja que de la simazina.

El valor de  $E_a$  y de las constantes A y B obtenidos para simazina, son similares a los datos descritos en la literatura (WALKER et al., 1983), para suelos con parecidas características de textura, pH y contenido en materia orgánica. Para la hexazinona no se han encontrado valores en la literatura de  $E_a$  y de las constantes de humedad, sin embargo los datos obtenidos son del mismo orden que los descritos en algunos trabajos, en determinadas condiciones de temperatura y humedad (RHODES, 1980).

Por último, como puede observarse en la tabla 2, la adición de compost (que supone un incremento de la materia orgánica de 0,5 a 2,4%) retarda notablemente la degradación de simazina (BARRIUSO et al., 1997) pasando de una vida media de 25,8 a 61,9 días y especialmente de hexazinona donde se observa un aumento de la vida media de 42,8 a 173,0 días. Este hecho, puede explicarse por un aumento de la adsorción de los herbicidas al aumentar la materia orgánica del suelo, lo cual hace el herbicida menos disponible a la degradación tanto fisico-química como microbiana, aumentando los tiempos de permanencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARRIUSO, E.; HOUTOT, S.; WITTLING, C. S.(1997). Influence of compost addition to soil on the behaviour of herbicides. *Pestic. Sci.* 49, 65-75.
- NEARPASS, D. C.; EDWARDS W. M.; TAYLOR, A. W. (1978). Triazine persistence in soil in Eastern Ohio. *Agronomy Journal* 70, 937-940.
- PEREZ, R.A.; SANCHEZ-BRUNETE C., MIGUEL E.; TADEO J.L. (1998) Analytical methods for the determination in soil of herbicides used in forestry by GC-NPD and GC/MS. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1864-1869.
- RHODES R. C. (1980) Soil studies with  $^{14}\text{C}$ -labeled hexazinone. *J. Agric. Food Chem.* 28, 311-315.
- WALKER, A; (1983) EWRS herbicide-soil working group: collaborative experiment on simazine persistence in soil. *Weed Res.* 23: 373-383.
- WANG, Y. S.; DUH, J. R.; LIANG, Y. F.; CHEN Y. L. (1995). Dissipation of three s-triazine herbicides, atrazine, simazine and ametryn, in subtropical soils. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 55: 351-358.

Summary: Influence of soil temperature, soil moisture and soil organic matter content in simazine and hexazinone degradation. In this work, a study of simazine and hexazinone degradation was performed under laboratory conditions, at different temperature and moisture content of soil, using soil from the area of Guadalajara and a mixture of this soil with compost obtained from a municipal sewage sludge of Madrid. The obtained results showed an increase of the degradation rate with temperature and moisture content. Temperature effect was higher for simazine and moisture effect was higher for hexazinone. Degradation rate slowed down when the organic matter increased.

**DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE GLIFOSATO EN SUELOS, AGUAS Y PRODUCTOS VEGETALES MEDIANTE DERIVATIZACIÓN PRECOLUMNA Y CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA CON COLUMNAS ACOPLADAS**

F. HERNÁNDEZ, C. HIDALGO, J.V. SANCHO

Departament de Ciències Experimentals, Química Analítica, Universitat Jaume I, Apdo. 224, 12080 Castellón, España, Tel: 964-728100, Fax: 964-728066, E-mail: hernandf@mail.uji.es

Resumen: Se ha desarrollado un procedimiento analítico muy rápido para la determinación de residuos del herbicida glifosato en suelos, aguas y productos vegetales (olivas, tomateras, fresas y manzanos). El disolvente extractante utilizado varía en función de la matriz estudiada. En el caso de los suelos se utiliza KOH 0.6 M, una mezcla agua/diclorometano para las olivas y agua en el resto de productos vegetales. En todos los casos el extracto acuoso se derivatiza a temperatura ambiente con el reactivo FMOC para dar un derivado fluorescente, el cual se determina mediante un sistema de Cromatografía Líquida con columnas acopladas (LC-LC). El método desarrollado es rápido y selectivo; además, la posibilidad de inyectar grandes volúmenes en el sistema LC-LC permite obtener bajos límites de detección. Este método se ha aplicado con éxito a muestras de campo contaminadas con el herbicida.

Palabras clave: análisis de glifosato, LC-LC

## **INTRODUCCIÓN**

El glifosato es un herbicida post-emergente, no selectivo, ampliamente utilizado en España y en muchos otros países para el control de malas hierbas. Es por ello que en la actualidad existe una gran demanda de análisis de este compuesto en diferentes matrices. Sin embargo, hay que destacar que su determinación es difícil, especialmente a niveles de residuos, debido fundamentalmente a sus propiedades físico-químicas. Su alta polaridad y solubilidad en agua hacen que la Cromatografía Líquida (LC) resulte una técnica muy adecuada para su determinación, sin embargo la ausencia de grupos cromóforos o fluoróforos la dificulta siendo necesario llevar a cabo reacciones previas de derivatización (EPA, 1990; SCHUSTER et al, 1992). Esto

último unido a la necesidad de realizar varias etapas de purificación previas, suelen alargar y dificultar los procedimientos propuestos.

Trabajos previos han mostrado la aplicabilidad de la cromatografía líquida con columnas acopladas (LC-LC) (**Figura 1**) con inyección de grandes volúmenes de muestra para la determinación rápida, sensible y selectiva de contaminantes polares en muestras medioambientales (HOGENDOORN et al., 1995), habiéndose propuesto varios procedimientos para la determinación de los herbicidas glufosinato, glifosato así como del principal producto de transformación de este último, AMPA, en muestras de aguas (SANCHO et al., 1994; SANCHO et al., 1996<sup>a</sup>) y suelos (SANCHO et al., 1996<sup>b</sup>). En este trabajo se describe un procedimiento analítico rápido para la determinación a niveles traza del herbicida glifosato en productos vegetales (HERNÁNDEZ et al., 1999).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha aplicado la Cromatografía Líquida con columnas acopladas mediante un equipo instrumental consistente en un autoinyector 233 XL y dos bombas de HPLC modelos 305 y 306 de Gilson, así como una bomba HPLC modelo 1050 y un detector de fluorescencia 1046<sup>a</sup> de Hewlett Packard.

Se han aplicado procedimientos analíticos diferentes para las muestras de olivas y el resto de matrices vegetales (tomateras, fresas y manzanos) que se presentan en las **Figuras 2 y 3**, respectivamente. Tras la extracción del analito, se lleva a cabo una etapa previa de derivatización precolumna con FMOc con inyección de 2 ml de muestra derivatizada en una pequeña columna analítica C<sub>18</sub> (30 × 4 mm d.i.) que permite llevar a cabo la purificación automatizada de la misma (con eliminación del exceso de reactivo derivatizante) y que se acopla a una segunda columna tipo amino (250 × 4 mm d.i.) de intercambio aniónico débil. Las fases móviles utilizadas consistieron en una disolución de dihidrogenofosfato de potasio (0.05 M, pH 5.5): acetonitrilo, 65:35. La detección se llevó a cabo a las longitudes de onda de excitación y emisión de 263 y 317 nm, respectivamente (más detalles en HERNÁNDEZ et al., 1999). Los procedimientos detallados para análisis de suelos y aguas están descritos en la bibliografía (SANCHO et al., 1996<sup>a</sup>, SANCHO et al., 1996<sup>b</sup>).

## RESULTADOS

En primer lugar, se establecen las condiciones de acoplamiento de las dos columnas analíticas utilizadas en cuanto a tiempo de purificación necesario para eliminar los interferentes menos retenidos (2.5-2.6 min) y tiempo de transferencia (desde C-1 hasta C-2) de la fracción de la muestra que contiene el glifosato derivatizado (0.3-0.4 min). Para optimizar la extracción del herbicida en muestras de olivas se utilizaron diferentes mezclas de fase orgánica (diclorometano o acetato de etilo) y agua (neutra, acidificada o basificada). Los mejores resultados de recuperación se obtuvieron con la mezcla diclorometano:agua (pH 7), (50:50). La grasa de la oliva se extrae en la fase orgánica mientras que el glifosato se encuentra en la acuosa, de la cual una alícuota de 1 ml se derivatiza según el procedimiento propuesto en la **Figura 2**. Se hizo un estudio en cuanto a la linealidad de la respuesta en extractos fortificados con glifosato a niveles entre 0.05-1 mg·kg<sup>-1</sup>, obteniéndose buenos coeficientes de regresión (0.99). El procedimiento LC-LC se validó mediante experiencias de recuperación en olivas blanco a las cuales se les adicionó glifosato en concentraciones de 0.05, 0.1 y 0.5 mg·kg<sup>-1</sup>, habiéndose obtenido recuperaciones entre 80-97 % con coeficientes de variación (n=5) entre el 4-6 %. En la **Figura 4** se presentan los cromatogramas correspondientes a una muestra de oliva fortificada al nivel de 0.05 mg·kg<sup>-1</sup> y a una muestra blanco. El procedimiento se aplicó a muestras procedentes de un campo de olivos tratados con glifosato.

Dicho procedimiento se modificó para la determinación de glifosato en muestras de tomateras, fresas y manzanos, en las que se sospechaba la existencia de contaminación por glifosato. La extracción del herbicida

se hizo con agua y la reacción de derivatización se presenta en la **Figura 3**. En las **Figuras 5, 6 y 7** se muestran los cromatogramas correspondientes a muestras de campo contaminadas con glifosato, habiéndose detectado concentraciones de hasta  $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (tomateras), y de  $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (fresas) y  $1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (manzanos).

## DISCUSIÓN

La determinación de glifosato en diferentes matrices por LC-LC se basa en la transferencia ajustada del herbicida derivatizado desde una primera columna tipo  $C_{18}$  (C-1) hasta una segunda columna tipo amino (C-2), la cual se conecta directamente al detector de fluorescencia. Las condiciones de acoplamiento, variaron poco, dentro de los márgenes de tiempo indicados en el apartado anterior. Sin embargo, no ocurría lo mismo con el tiempo de retención del derivado de glifosato en C-2, que presentaba una variación considerable debido a la disminución progresiva en la capacidad de retención de esta columna a causa de las pequeñas trazas de FMOc (reactivo de aminos) transferidas junto al glifosato, lo cual, por otra parte, no repercutía en la exactitud del método. Además, la determinación de glifosato, a bajos niveles de concentración, en muestras vegetales es difícil, ya que se coextraen muchos compuestos que interfieren en la determinación del mismo. En los estudios realizados se constató que la cantidad de interferentes era mayor en el caso de las tomateras que en las olivas, hecho por el cual se tuvo que utilizar mayor concentración de reactivo derivatizante FMOc (de  $1000$  a  $5000 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). En fresas y manzanos se aplicó el mismo procedimiento que en las tomateras.

Los métodos desarrollados se caracterizan por su alta sensibilidad, al poder inyectar varios ml en el sistema LC-LC, alcanzándose límites de detección de  $0.05 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en vegetales, entre  $0.01$ - $0.05 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  en suelos y de  $0.2$ - $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  en aguas. Además, el sistema de dos columnas, así como el tipo de detección, confieren una alta selectividad al método con posibilidades de identificación prácticamente inequívocas. En todas las muestras que nos fueron suministradas como “enfermas” se encontraron altas concentraciones de glifosato que sin embargo no aparecieron en las muestras “sanas”.

## CONCLUSIÓN

Se ha desarrollado un procedimiento analítico muy rápido, sensible y selectivo, para la determinación de residuos de glifosato en diferentes matrices, basado en una reacción de derivatización precolumna con FMOc. La técnica analítica utilizada permite llevar a cabo una purificación automatizada de la muestra. El procedimiento ha sido aplicado con éxito a diferentes muestras de campo contaminadas con glifosato.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda proporcionada por el Institute of Public Health and the Environment (RIVM) de Holanda.

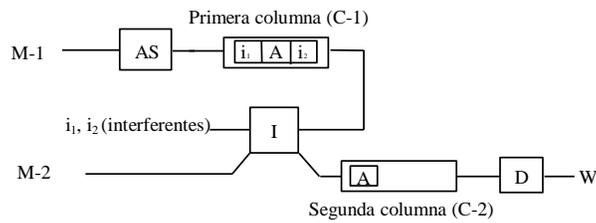
## BIBLIOGRAFÍA

EPA method 547 (1990). *Analysis of glyphosate in drinking water by direct aqueous injection HPLC with post-column derivatisation*, Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, in

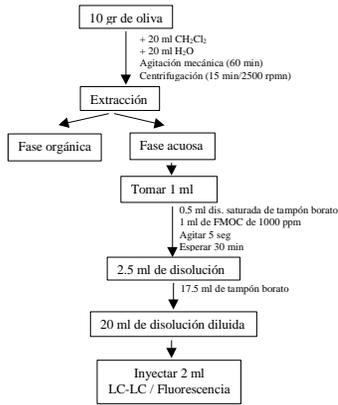
- BARCELÓ D. and HENNION M.-C (1997). *Trace determination of pesticides and their degradation products in water*, Elsevier Science, The Netherlands, pp 193.
- HERNÁNDEZ F.; HIDALGO C.; SANCHO J.V. (1999). *Determination of glyphosate residues in plants by precolumn derivatisation and coupled-column liquid chromatography with fluorescence detection*, Journal of the Association of Official Analytical Chemists International, enviado.
- HOGENDOORN E.A.; VAN ZOONEN P. (1995). *Coupled-column reversed-phase liquid chromatography in environmental analysis*, Journal of Chromatography A, 703, 149-166.
- SANCHO J.V.; LÓPEZ F.J.; HERNÁNDEZ F.; HOGENDOORN E.A.; VAN ZOONEN P. (1994). *Rapid determination of glufosinate in environmental water samples using 9-fluorenylmethoxycarbonyl precolumn derivatization, large-volume injection and coupled-column liquid chromatography*, Journal of Chromatography A 678, 59-67
- SANCHO J.V.; HERNÁNDEZ F.; LÓPEZ F.J.; HOGENDOORN E.A.; DIJKMAN E.; VAN ZOONEN P. (1996<sup>a</sup>). *Rapid determination of glufosinate, glyphosate and aminomethylphosphonic acid in environmental water samples using precolumn fluorogenic labelling and coupled-column liquid chromatography*, Journal of Chromatography A 637, 75-83.
- SANCHO J.V.; HIDALGO C.; HERNÁNDEZ F.; LÓPEZ F.J.; HOGENDOORN E.A.; DIJKMAN E. (1996<sup>b</sup>). *Rapid determination of glyphosate residues and its main metabolite AMPA in soil samples by liquid chromatography*, International Journal of Environmental Analytical Chemistry 62, 53-63.
- SCHUSTER R.; GRATZFELD-HÜSGEN A. (1992). *Comparison of Pre- and Post-column Sample Treatment for the analysis of Glyphosate*, Hewlett Packard application note, publication number 12-5091-3621 E.

Summary: Determination of glyphosate residues in soils, waters and plants by precolumn derivatisation and coupled-column liquid chromatography. A rapid procedure for the trace-level determination of glyphosate in soils, waters and plant materials (olives, tomato and strawberry plants, apple trees) has been developed. The extraction media was different depending of the samples, so in the case of soils a 0.6 M KOH solution was used; for olives it was required a mixture water/dichloromethane, and in the case of the other samples, only water was used. After extraction, the aqueous extract was derivatised with the reactive FMOC at ambient temperature in order to achieve the fluorescence derivative which was determined by coupled column liquid chromatography (LC-LC). The developed method is very rapid and selective, furthermore the possibility of performing large volume injections in the LC-LC system allows low detection limits. This method has been successfully applied to field samples contaminated with the herbicide.

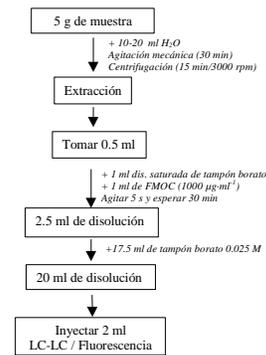
Key words: glyphosate analysis, LC-LC



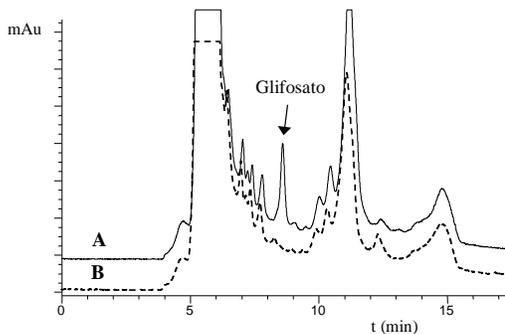
**Figura 1.** Esquema de un sistema cromatográfico con columnas acopladas. C-1 y C-2, primera y segunda columna separadora; M-1 fase móvil utilizada durante la etapa de purificación (C-1); M-2, fase móvil utilizada durante la transferencia y análisis en C-2; AS, autoinyector; I, interfase consistente en una válvula de alta presión de 6 vías;  $i_1$  e  $i_2$  interferencias de la muestra; A, analito de interés; D, detector de fluorescencia; W, desecho.



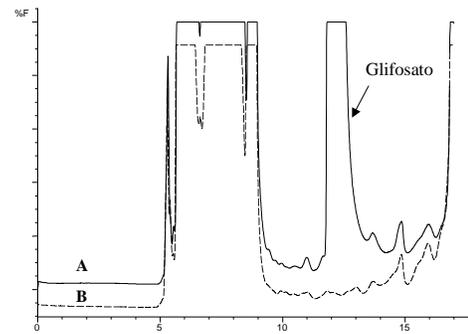
**Figura 2.** Procedimiento experimental utilizado para la determinación de glifosato en muestras de olivas.



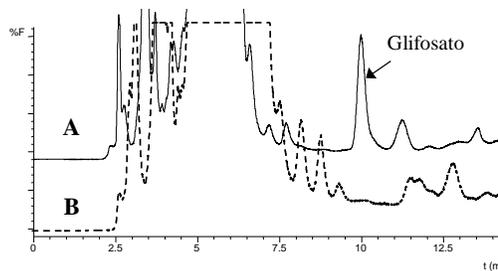
**Figura 3.** Procedimiento experimental utilizado para la determinación de glifosato en muestras de tomates, fresas y manzanos.



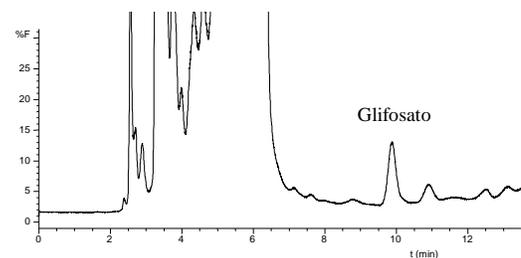
**Figura 4.** Cromatograma LC-LC correspondiente a una muestra de oliva fortificada a  $0.05 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (A) y a una muestra blanco (B).



**Figura 5.** Cromatogramas LC-LC correspondientes a : A) muestra de tomatera enferma ( $553 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). B) muestra de tomatera sana.



**Figura 6.** Cromatogramas LC-LC correspondientes a: A) muestra de fresa enferma ( $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ); B) muestra de fresa sana.



**Figura 7.** Cromatograma LC-LC correspondiente a una muestra de manzano contaminado ( $1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

## **PENETRACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS HERBICIDAS MOLINATO Y TIOBENCARB EN COLUMNAS DE SUELO INALTERADO**

D. GÓMEZ DE BARREDA FERRAZ, M. GAMÓN\*, M. PÉREZ, C. CUBEL, E. LORENZO, D. GÓMEZ DE BARREDA CASTILLO, A. TEN\*, C. LLEÓ\*, T. ALIAGA\*.  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Apartado oficial 46113, Moncada  
(Valencia)

\*) Laboratorio Agroalimentario. Pintor Goya nº 8, Burjasot 46100 (Valencia)

Resumen: Se presentan los resultados que se obtuvieron en el seguimiento del comportamiento de los herbicidas residuales del arroz molinato y tiobencarb, al ser aplicados en columnas de suelo inalterado. Se estudió el comportamiento de los dos herbicidas en la lámina de agua que cubría el suelo, en los lixiviados obtenidos en las columnas que no se impermeabilizaron, así como en el suelo. Se apreció una gran disipación inicial de los herbicidas en el agua, así como una gran adsorción al suelo, sobre todo del herbicida tiobencarb.

Palabras clave: Albufera, arroz, contaminación, molinato, tiobencarb.

### **INTRODUCCIÓN**

Hace más de treinta años, se recomendaba (MILLER Y ELMORE, 1969) ya, el molinato para los arrozales de California. Este producto remanente, se aceptó con gran rapidez, ya que era una solución persistente contra *Echinochloa crus galli*. En España, se empezó a utilizar a principios de los años 70 y hoy en día se puede decir que los tiocarbamatos molinato, tiobencarb y tiocarbamil, constituyen los productos herbicidas más empleados en el cultivo del arroz.

Sin embargo, conviene estudiar su comportamiento más a fondo, al menos desde tres puntos de vista: su toxicidad a organismos de alto valor ecológico (GÓMEZ DE BARREDA Y LORENZO, 1997), su persistencia y degradación, además del posible efecto de incremento de poblaciones de *Echinochloa* resistentes (CARRETERO *et al.*, 1997).

El presente trabajo, pretende abordar simplemente, en condiciones controladas, el segundo de los temas enunciados, es decir, el de la disipación de los herbicidas molinato y tiobencarb en columnas de suelo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se extrajeron de una parcela de arroz, situada dentro de los límites del Parque Natural de la Albufera (PNA), 12 columnas de suelo inalterado mediante unos cilindros de acero de 10 cm de diámetro y 25 cm de altura. Las características del suelo de dicha parcela vienen reflejadas en la tabla 1.

Las 12 columnas, se dividieron en 2 grupos, para realizar dos experiencias distintas. La mitad de las columnas fueron, previo sellado de su parte inferior, saturadas con agua y a las 6 restantes, en vez de sellarlas y saturarlas, se le acopló un embudo en su parte inferior con la finalidad de recoger lixiviados. En los dos tipos de columnas se hizo la misma aplicación herbicida. Se diluyeron en 50 ml de agua 86,2 mg del herbicida comercial Saturn-S (molinato 4,5 % + tiobencarb 4,5 %) que corresponden a una dosis de 110 kg/ha, doble de la dosis normal recomendada. La mezcla se distribuyó uniformemente en toda la superficie del suelo de las 12 columnas y se realizó el siguiente manejo de las mismas. Las columnas selladas y saturadas, recibieron un aporte de 350 ml de agua de forma que se creó una lámina de agua en su superficie simulando así las condiciones de inundación de un arrozal, y en las columnas a las que se les acopló un embudo en su parte inferior, se les dio una serie de riegos periódicos con el fin de recoger los lixiviados.

Se hicieron muestreos de la lámina de agua acumulada en las columnas saturadas y de los lixiviados recogidos en las columnas regadas, así como del suelo de ambos tipos de columnas, distinguiendo dos perfiles de 0-10 y 10-20 cm de profundidad.

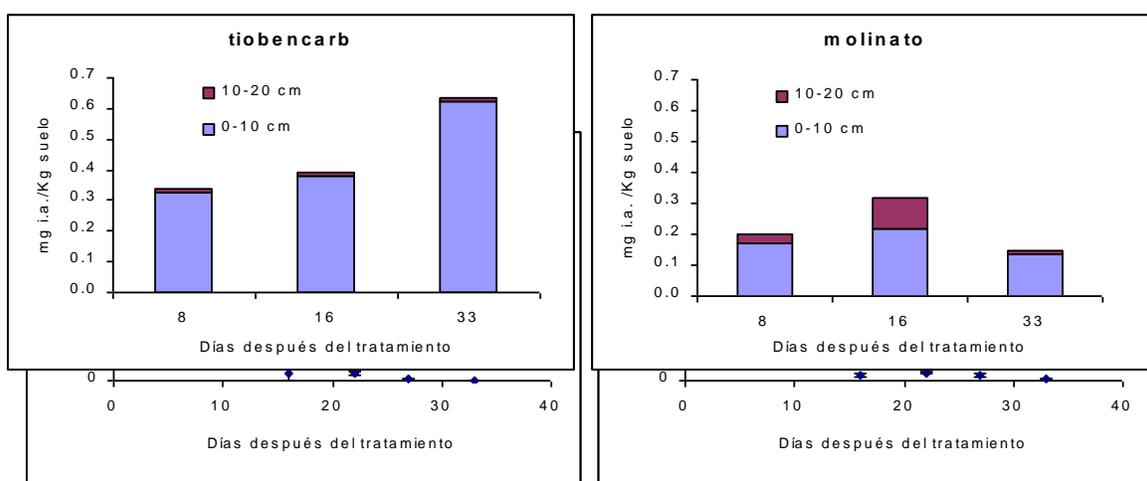
Los muestreos de agua de las 6 columnas saturadas, se realizaron extrayendo con jeringuilla la totalidad del agua acumulada en la superficie del suelo, reponiendo inmediatamente el mismo volumen de agua. En la tabla 2, se pueden observar los manejos que se hicieron de ambos tipos de columnas, en lo que se refiere a los muestreos tanto de agua como de suelo según los días después de la aplicación.

Las muestras una vez tomadas se guardaban en un congelador a  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$  y posteriormente se analizaban. La extracción de ambos herbicidas, de las muestras de suelo, se realizó de la siguiente manera: Se añaden 25 ml de la solución extractante acetona/agua (70/30, v/v). Se agita en un agitador mecánico rotatorio durante 30 minutos, centrifugándose posteriormente durante 5 minutos a 2000 r.p.m.. Se filtra el sobrenadante sobre un embudo de decantación, añadiendo 100 ml de agua destilada y 2 g de Na Cl. Se agita hasta la completa disolución del Na Cl y se añaden 25 ml de diclorometano, agitando el conjunto durante 2 minutos. Se decanta la fase orgánica (inferior) sobre un matraz, a través de un embudo provisto con sodio sulfato anhidro. Se vuelve a repetir la adicción de diclorometano, la agitación y la decantación sobre el mismo matraz. Se lleva el matraz a un evaporador rotatorio a vacío hasta alcanzar la sequedad del extracto y se redissuelve el residuo con 2 ml de la solución isooctano/tolueno (90/10; v/v), encapsulándose posteriormente en un vial y llevándolo a cromatografía de gases.

La extracción de los herbicidas de las muestras de agua se hizo de la siguiente manera: se filtró el agua con discos de microfibras de vidrio GF/C de 70 mm de diámetro, con bomba de vacío y embudo Buchner. Luego se añadió 5 ml de metanol por litro de agua y se mezcló bien. Se colocó un disco Empore en el aparato de filtración, lavándose con 10 ml de acetato de etilo, dejándolo enjuagar durante 3 minutos y aplicando el vacío durante 1 minuto hasta que el disco quedó seco. Posteriormente se añadió la muestra problema al reservorio y se aplicó el vacío. El flujo fue de unos 15-30 ml por minuto. Después de pasar la muestra, se eliminaba el agua residual que quedaba en el disco, haciendo pasar aire durante 30 minutos. Posteriormente se quitaba el adaptador de filtrado y se reemplazaba por un tubo test de recogida. Se añadían 10 ml de acetato de etilo al reservorio de filtración, dejándolo mojar durante 3 minutos antes de aplicar el vacío, recogiendo el extracto, que se evaporaba en un rotovapor a sequedad y redisolviéndose el residuo con 1 ml de metanol/agua 40/60 y se llevaba a cromatografía líquida.

El cromatógrafo de gases utilizado tiene las siguientes características: HP 5890 (Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA), equipado con un detector nitrógeno-fósforo (NPD); detector automático, HP 7674 y una estación de datos, Vectra QS/20HP. Consta de una columna de 50 x 0,2 mm y un film de 0,33  $\mu\text{m}$ . El gas portador es helio, con un flujo de 1 ml/min. El programa de temperatura del horno es: Temperatura inicial de 100  $^{\circ}\text{C}$  durante 2 minutos, seguido de un primer ascenso de 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta alcanzar los 180  $^{\circ}\text{C}$ , en ese momento un segundo ascenso de 2  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , hasta llegar a los 200  $^{\circ}\text{C}$ , que será la temperatura final.

El límite de determinación del método es de 1  $\mu\text{g}/\text{l}$  (suelo) y 0,1  $\mu\text{g}/\text{l}$  (agua). El cromatógrafo líquido de alta resolución que se usó fue el modelo 1090 de Hewlett Packard, con sistema de autoinyección y detector de fotodiodos, 250 nm; anchura de banda 20 nm (referencia, 390 nm, 110 nm); con una columna Lichrosorb RP<sub>18</sub> de 5  $\mu\text{m}$ , 250 x 4,6 mm de la casa Merck (Darmstadt, Alemania). El flujo de la fase móvil fue de 1,3 ml/min y el volumen de inyección de 10  $\mu\text{l}$ . El límite de determinación del cromatógrafo fue de 0,1  $\mu\text{g}/\text{l}$ .



## RESULTADOS

En la figura 1, se pueden apreciar las concentraciones a las que se encuentran ambos herbicidas en la lámina de agua acumulada en la parte superior de las columnas. Hay que hacer notar, que la concentración inicial tanto del molinato como del tiobencarb en el agua fue de 9,7 mg i.a./l.

*Figura 1.* Disipación de los herbicidas molinato y tiobencarb en agua

En la figura 2, se puede ver la acumulación de residuos de molinato y tiobencarb en el suelo, en tres momentos diferentes del experimento (8, 16 y 33 días después del tratamiento) y distinguiendo 2 perfiles del mismo (0-10 y 10-20 cm).

*Figura 2.* Residuos de los herbicidas molinato y tiobencarb en columnas de suelo inalterado, simulando inundación. Columnas acumuladas, cada columna representa a los dos perfiles en que fue dividido el suelo.

En la figura 3, se muestran las gráficas en las cuales están representadas las concentraciones de los lixiviados de molinato y tiobencarb frente a la acumulación de agua aplicada en la superficie de la columna.

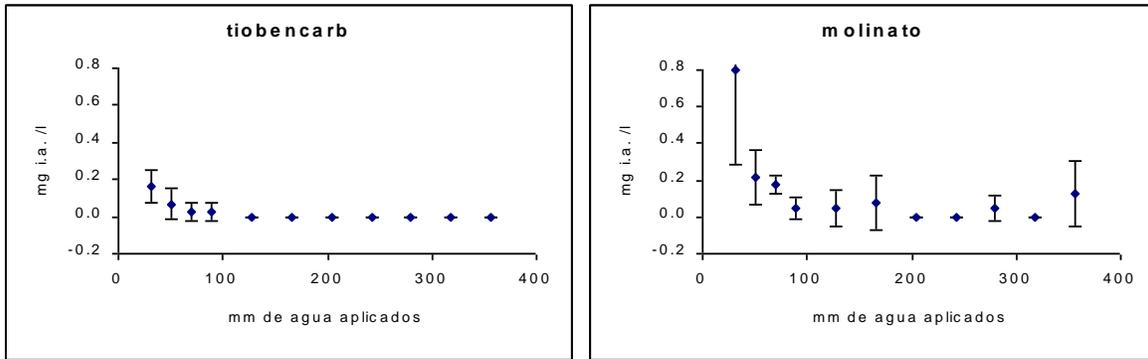


Figura 3. Lixiviación de los herbicidas molinato y tiobencarb en columnas de suelo inalterado.

En la figura 4, se pueden apreciar los residuos de los herbicidas estudiados en el suelo, en la simulación de suelo regado.

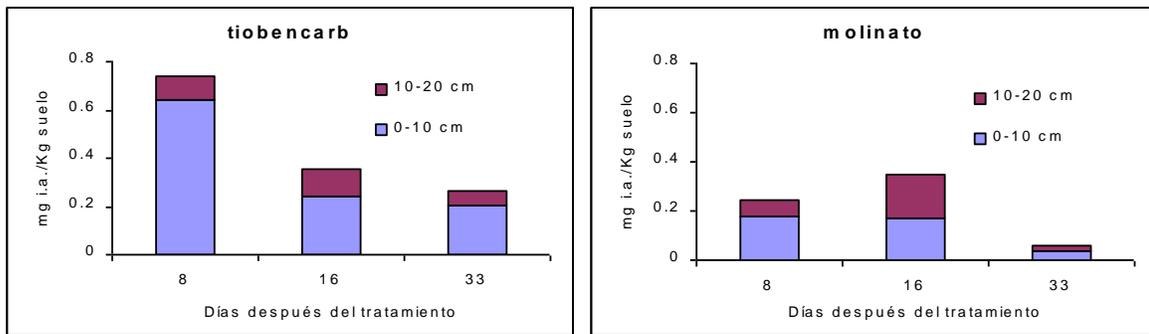


Figura 4. Residuos de los herbicidas molinato y tiobencarb en columnas de suelo inalterado, simulando suelo no inundado. Columnas acumuladas, cada columna representa a los dos perfiles en que fue dividido el suelo.

En la figura 5, se pueden apreciar los porcentajes de ambos herbicidas que permanecen tanto en el suelo como en el agua con respecto a la cantidad inicial aplicada.

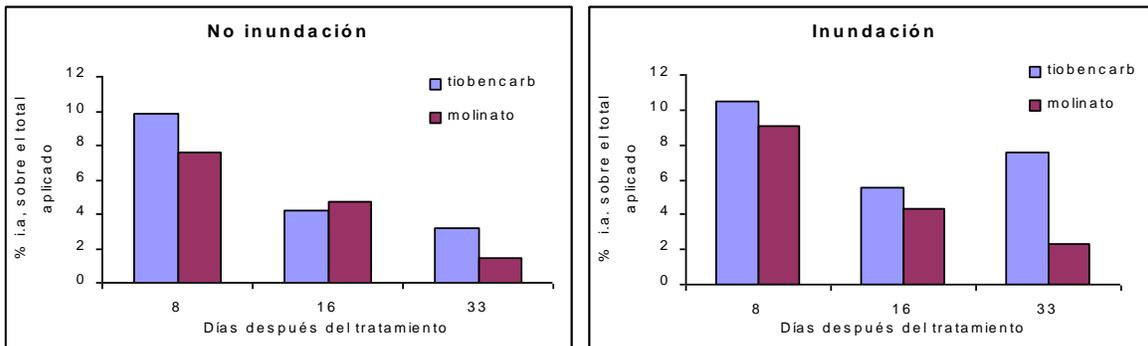


Figura 5. Residuos totales de los herbicidas molinato y tiobencarb (% con respecto a la cantidad inicial aplicada) en ambos tipos de columnas.

## DISCUSIÓN

Se puede ver en la figura 1, como en el primer muestreo de la lámina de agua (5 días después del tratamiento) existen concentraciones de los herbicidas muy distintas y a su vez diferentes de la concentración inicial teórica, que era de 9,7 mg i.a./l de agua.

La disipación de estos productos en la lámina de agua fue por degradación durante estos 5 días, por volatilización hacia la atmósfera o por simple difusión de los herbicidas hacia el suelo donde quedan adsorbidos o disueltos en las capas de agua adyacentes a las partículas del suelo.

El molinato, parece ser que tiene una mayor persistencia en el agua que el tiobencarb, en el primer muestreo, quizás debido a que el tiobencarb tenga un coeficiente de adsorción al suelo mayor que el molinato y por lo tanto este último se encuentra disuelto en mayor cantidad que el tiobencarb.

En el segundo muestreo (8 días después del tratamiento) y en los sucesivos, parece ser que las concentraciones de ambos herbicidas en la lámina de agua se igualan. Al ser renovada esta después de cada muestreo, los residuos de estos dos productos en la lámina, sólo pueden provenir del suelo, lo que confirma que sí que hubo al principio de la experiencia disipación de los herbicidas del agua hacia el suelo.

Ambos productos, siguen pasando del suelo hacia las láminas de agua renovadas (libres de herbicidas) en prácticamente todos los muestreos realizados, aunque se encuentran siempre a concentraciones muy bajas, siendo la persistencia del herbicida molinato ligeramente superior en el agua que la del herbicida tiobencarb o que la adsorción de este producto al suelo es menor que la del tiobencarb y por lo tanto se difunde en mayor cantidad del suelo hacia el agua libre estancada en la superficie de la columna al hacerse el equilibrio.

En la figura 2, se puede comprobar en primer lugar como la cantidad de residuos de tiobencarb es superior siempre a la de molinato, aunque parece ser que la distribución de los mismos es diferente según el herbicida. Así, el tiobencarb concentra la mayor parte de los residuos en los primeros 10 cm del perfil, en cambio en el caso del molinato se observa mayor tendencia de las moléculas de dicho producto a difundirse hacia capas inferiores. Esto quizás pueda ser debido, como ya se ha comentado anteriormente, a que el coeficiente de adsorción del herbicida tiobencarb sea mayor que el del molinato.

Como se puede observar, en la figura 3, el herbicida molinato lixivia en mayor cantidad que el tiobencarb, desapareciendo los residuos de este último en los lixiviados, aproximadamente cuando se habían aplicado 100 mm de agua a la columna. El molinato en cambio, tarda más en desaparecer de los lixiviados. Lo primero que podría pensarse es que al no existir tiobencarb en los lixiviados quisiera decir que ya no quedan residuos en la columna, que han sido totalmente percolados, pero lo que realmente ocurre, es que están fuertemente adsorbidos a los coloides del suelo. Ambos herbicidas se adsorben considerablemente al suelo, haciéndolo con mayor fuerza, el tiobencarb.

Llama la atención, en la figura 4, que existan aun residuos del herbicida tiobencarb en el segundo muestreo hecho 16 días después del tratamiento, ya que según veíamos en la figura 3, cuando se le habían aplicado un volumen de aproximadamente 125 mm de agua (correspondientes a 13 días después del tratamiento) ya no se detectaba el herbicida en las aguas lixiviadas y sin embargo, se puede ver en la figura 4 como si que existe herbicida adsorbido al suelo, incluso siguen habiendo residuos 33 días después del tratamiento, lo que nos indica que prima la degradación como vía de disipación antes que la desorción de los coloides del suelo y posterior lixiviación. En cuanto al herbicida molinato, parece ser que si que lixivia en mayor medida que el tiobencarb, no adsorbiéndose tanto como el anterior, aunque siguen apareciendo residuos de molinato, incluso al mes de haberse hecho el tratamiento. En el caso del molinato, parece ser que en la disipación el efecto de desorberse y lixiviar es mayor que la propia degradación de las moléculas del herbicida.

Como se puede comprobar en la figura 5, existe una rápida disipación de estos productos durante la primera semana tras la aplicación, aunque la desaparición posterior sea más lenta.

## CONCLUSIONES

Los dos tiocarbamatos estudiados, se comportan de manera muy distinta, como podría deducirse a la vista de sus conocidas características. Esta puede ser una de las razones básicas de su complementariedad en el formulado empleado (molinate 4,5% + tiobencarb 4,5%).

El molinate desaparece a los pocos días de la lámina de agua, fundamentalmente por tener una mayor capacidad para volatilizarse. En este trabajo no se han cuantificado estas pérdidas pero sería conveniente comparar esta práctica de aplicación del gránulo (la más común en la Albufera) con la de incorporación inmediata de la pulverización del líquido emulsionable o mediante el fanguechat del arrozal con el gránulo ya esparcido.

La mayor persistencia del tiobencarb en los suelos de las columnas se debe a su mayor coeficiente de adsorción.

## BIBLIOGRAFÍA

- MILLER, M.D.; ELMORE, C.L. (1969) Weed Control in Rice. Proceedings of the California Weed Control Conference 61-66.
- LORENZO, E.; GÓMEZ DE BARREDA, D. (1997). La toxicidad aguda del molinate en *Aphanius iberus*. Actas del Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología. Pp: 431.
- CARRETERO, J.L.; GÓMEZ DE BARREDA, D.; BALASCH, S.; DEL BUSTO, A.; LLADRÓ, M.A. (1997). Variación en la sensibilidad al molinate del género *Echinochloa* de los arrozales valencianos. . Actas del Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología. Pp: 431.

Summary: Leaching and degradation of the herbicides molinate and thiobencarb in unaltered soil columns. This experiment shows the behaviour of two rice residual herbicides, molinate and thiobencarb when they were applied to unaltered soil columns. It can be observed the degradation in water and soil and the movement through the column. We could appreciate a great initial dissipation of the chemicals in water and a great adsorption in soil. Adsorption of thiobencarb was bigger than molinate.

Key words: Albufera, rice, contamination, molinate, thiobencarb.

Materia orgánica (%)	3,58
Arena (%)	26,2
Limo (%)	34,0
Arcilla (%)	39,8
Carbonato cálcico (%)	35,8
PH (1/2,5 suelo/agua)	7,75

Tabla 1: Características fisicoquímicas más importantes del suelo empleado.

Días	Columnas inundadas						Columnas regadas					
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12
5	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
6							A	A	A	A	A	A
8	A/S	A/S					S	S	A	A	A	A
9									A	A	A	A
13									A	A	A	A
15									A	A	A	A
16			A/S	A/S					S	S	A	A
19											A	A
22					A	A					A	A
26											A	A
27					A	A						
28											A	A
30											A	A
33					A/S	A/S					S	S

Tabla 2: Calendario de los muestreos de agua y suelo de las columnas. A: Muestreo de agua. S: Muestreo de suelo.

**NIVELES DE NUTRIENTES EN PLANTAS DE ESPÁRRAGO TRAS LA APLICACIÓN DE MÉTODOS MECÁNICOS, QUÍMICOS Y TÉRMICOS DE CONTROL DE MALAS HIERBAS**

M.J. SÁINZ, M.E. LÓPEZ MOSQUERA, M. BUJÁN\*, X.M. ROMERO\*  
Dpto. Producción Vexetal, Univesidade de Santiago de Compostela, 27002-Lugo  
\*) Dpto. Biología Vexetal, Univesidade de Santiago de Compostela, 27002-Lugo

Resumen: El cultivo de espárrago es una interesante alternativa hortícola para diversificar la producción agrícola en algunas comarcas gallegas. Sin embargo, las características edáficas y climáticas favorecen el desarrollo de malas hierbas durante todo el ciclo del cultivo. En una finca experimental se ensayaron tres métodos de control de malas hierbas: térmico, químico y mecánico. El objetivo de este trabajo es conocer el contenido de nutrientes en la planta de espárrago bajo los distintos métodos. Los niveles de Ca, Mg, Cu y Mn en las plantas del tratamiento herbicida fueron significativamente más altos que en las plantas control, que no mostraron diferencias con las de los tratamientos térmico y mecánico. Se concluye que la vegetación arvense ejerció competencia con el cultivo por esos nutrientes.

Palabras clave: análisis foliar, espárrago, métodos de control, malas hierbas.

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de espárrago apenas está introducido en Galicia. En la comarca de Ulloa (Lugo), algunos agricultores realizan el cultivo en pequeñas parcelas dentro de su explotación. Las condiciones edáficas y climáticas en la zona permiten el desarrollo de una densa vegetación arvense que cubre el 100% de toda la superficie de cultivo, ya desde la época de recolección, si no se aplica ningún método de control de malas hierbas (BUJÁN *et al.*, 1995). La presencia de esta vegetación se ha relacionado con menores contenidos en el agua del suelo utilizable por la planta, efecto que se hace especialmente crítico en los períodos de sequía en los que la abundancia de malas hierbas puede determinar que el contenido de agua del suelo esté por debajo del punto de marchitez (CASTELAO *et al.*, 1996). Además de estos efectos sobre el agua del suelo, es

probable que la abundancia de malas hierbas tengan también un efecto significativo sobre la adquisición de nutrientes por el espárrago.

Muchos de los agricultores que realizan el cultivo pretenden obtener un producto ecológico y no quieren utilizar métodos químicos de control de malas hierbas. Además de los métodos mecánicos tradicionales, una de las alternativas a los métodos químicos son los métodos térmicos, métodos que están cobrando un creciente interés, ya que pueden ser una interesante alternativa a la escarda química (ASCARD, 1998).

El objetivo de este trabajo fue comparar los efectos de la aplicación de métodos mecánicos, químicos y térmicos de control de malas hierbas sobre el contenido de nutrientes en las plantas de espárrago.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en un cultivo de espárrago en seco (*Asparagus officinalis* L. cv. Cito) que se encontraba en su sexto año de producción. En 1998, en una superficie cultivada de 500 m<sup>2</sup>, se delimitaron 16 parcelas de 21 m<sup>2</sup> para establecer cuatro tratamientos de control de malas hierbas (cuatro parcelas por tratamiento): un control donde no se realizó ninguna escarda, una escarda manual realizada periódicamente, un tratamiento químico que consistió en la aplicación de 2 kg m.a. ha<sup>-1</sup> de diurón en primavera, y un método térmico basado en el uso de un quemador de propano (Dessicagaz® modelo Muguet 1B).

El suelo sobre el que se desarrolló el ensayo es un Cambisol húmico (FAO, 1991), de textura franco-arenosa, ácido (pH en agua de 5,1 y porcentaje de saturación en Al de 27,5%), baja capacidad de cambio efectiva (5,5 cmol(+) kg<sup>-1</sup>), rico en P extraíble (117 mg kg<sup>-1</sup>) y K asimilable (275 mg kg<sup>-1</sup>). Este suelo es fertilizado cada año solamente con estiércol de vacuno. Este se aplica en otoño sobre el caballón y se incorpora al suelo a la salida del invierno, con una labor superficial de fresa, antes de formar los caballones.

Para el análisis de nutrientes, en octubre de 1998 se recogieron muestras foliares en plantas masculinas, cuando el follaje estaba plenamente expandido y las plantas femeninas presentaban frutos rojos. En cada subparcela, se tomaron quince ramillas plumosas apicales maduras, de 8 a 10 cm de longitud, del tercio medio de las plantas. La toma de muestras se realizó en plantas masculinas porque sus contenidos nutricionales son más altos y más constantes en el tiempo que en las femeninas (KRARUP, 1991).

Se determinó la materia seca sometiendo las muestras a un secado en estufa a 60 °C durante 48 h. Una vez seco el material, se procedió a su molienda con un molino de ágata. Posteriormente se realizó una digestión ácida (sulfúrico concentrado y agua oxigenada) según THOMAS *et al.* (1967). En el digerido obtenido, se determinó P por colorimetría del complejo azul fosfomolibdico (CHAPMAN & PRATT, 1961), Ca, Mg, Na, K y micronutrientes mediante electroscopía de emisión de plasma ICP.

Los resultados del contenido de los diferentes nutrientes según los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía, utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cobertura de malas hierbas en el control fue de un 100% en casi todo el ciclo del cultivo, mientras que la cobertura en las parcelas tratadas con escarda, quemador y herbicida fue correlativamente inferior (datos no presentados).

Los niveles de N, P, y K en las plantas de espárrago no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que si hubo diferencias significativas en los niveles de Ca y Mg (Tabla 1). En las

parcelas en donde no se realizó ningún tipo de escarda (100% de cobertura de malas hierbas desde casi el inicio de la recolección), las plantas mostraron niveles de Ca y Mg más bajos que en las parcelas donde se realizó algún tipo de control (con coberturas más bajas), siendo significativamente más altos los valores en el tratamiento herbicida respecto al control para el Ca y Mg, y también el tratamiento con quemador para este último elemento.

	N %	P%	K%	Ca%	Mg%
Control	2,81± 0,14 a	0,130±0,008 a	1,55±0,10 a	0,98±0,24 a	0,18±0,02 a
Escarda	2,83± 0,11 a	0,136±0,008 a	1,59±0,20 a	1,28±0,24 ab	0,24±0,04 ab
Quemador	2,91± 0,05 a	0,125±0,01 a	1,65±0,45 a	1,36±0,37 ab	0,25±0,03 b
Herbicida	2,88±0,02 a	0,128±0,003 a	1,69±0,25 a	1,40±0,16 b	0,29±0,02 b

Tabla 1. Media ± desviación típica del contenido de N, P, K, Ca y Mg en la planta de espárrago. Los valores seguidos de una letra diferente en cada columna son significativamente diferentes para  $p \leq 0,05$ .

En cuanto a los micronutrientes, sólo se observan diferencias significativas en el caso del Cu y el Mn (Tabla 2), encontrándose niveles más altos en las plantas procedentes de las parcelas tratadas con herbicida, con una cobertura menor de malas hierbas.

	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )
Control	123,47±19,8 a	280,0±3,5 a	35,5±1,0 a	122,56±3,7 a	0,14±0,03 a
Escarda	130,87±19,5 ab	282,5±11,7 a	36,8±10,03 a	123,25±12,2 ab	0,12±0,02 a
Quemador	124,3±35,2 ab	291,2±12,5 a	48,75±12,9 a	133,8±15,6 ab	0,16±0,05 a
Herbicida	141,0±27,0 ab	311,2±7,8 b	37,68±16,5 a	136,3±4,2 b	0,13±0,02 a

Tabla 2. Media ± desviación típica del contenido de de Fe, Cu, Zn, Mn y Na en la planta de espárrago. Los valores seguidos de una letra diferente en cada columna son significativamente diferentes para  $p \leq 0,05$ .

En general, todos los elementos analizados presentan niveles similares a los hallados por otros autores, excepto el N, K, Mg y Cu (BRASHER, 1958; HAAG & BELFORT, 1985; FRANKLIN, 1990; KRARUP, 1991, 1994). Los contenidos de N, K y Mg son inferiores a los niveles de referencia para el espárrago, mientras que los niveles de Cu son muy elevados, lo que podría estar relacionado con el aporte continuado de estiércol. Aunque en la bibliografía no hay referencias, nuestros datos señalan también que la vegetación arvense ejerce competencia con el espárrago por los elementos secundarios y micronutrientes señalados anteriormente.

## CONCLUSIONES

De los nutrientes analizados, sólo los niveles de Ca, Mg, Cu y Mn en las plantas de espárrago se ven afectados por la invasión de malas hierbas. Existe un mayor contenido de estos nutrientes en la planta cuando se controlan eficazmente, lo cual, en nuestro ensayo, se consiguió con el tratamiento herbicida.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó en el marco de un Proyecto de Investigación subvencionado por la Xunta de Galicia (XUGA 29107A98). Agradecemos a D. Jose Luis Carreira Valín el habernos permitido realizar este estudio en su explotación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASCARD, J. (1998). Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. *Weed Research*, **38**: 69-76.
- BRASHER, E.P. (1958). Establishing fertilizer requirements for asparagus through tissue analysis. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **73**: 334-338.
- BUJÁN, M.; CASTELAO, A.M.; SÁINZ, M.J. (1995). Malas hierbas en un cultivo ecológico de espárrago en Galicia: primeros resultados. Actas Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh): 83-86.
- CASTELAO, A.M.; SÁINZ, M.J.; BUJÁN, M. (1996). Variation of the soil humidity in an ecological culture of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) in Galicia (N.W. Spain). Book of Abstracts of the 4<sup>th</sup> Congress of the European Society for Agronomy, Vol. II: 524-525.
- CHAPMAN, H.D.; PRATT, P.F. (1961). *Methods of Analysis for Soils, Plant and Waters*. University of California. Division of Agricultural Sciences.
- FAO (1991). Soil Map of the World. Revised legend. Roma.
- FRANKLIN, S.J. (ed.) (1990). *The New Zealand asparagus manual*. The N. Zealand Asparagus Council, Manurewa, N.Z. s/n.
- HAAG, H.P. & C.C. BELFORT (1985). Mineral nutrition of vegetable crops. LXVIII. Deficiencies of macronutrients and boron in asparagus. *Anais da Scola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz"*, **42** (1): 97-106,
- KRARUP, A. (1991). Foliar analysis of male and female plants of asparagus. *Asparagus Research Newsletter*, **8**(2): 4-6.
- KRARUP, A. (1994). Contenido de nutrientes químicos en el follaje de espárragos, a lo largo del ciclo vegetativo de una plantación adulta. *Agro Sur*, **22**(2): 97-106.
- THOMAS, R.L.; SHEARD, R.W.; MOYER, J.R. (1967). Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analyses or plant tissue using a single digestion. *Agronomy Journal*, **59**: 240-243.

Summary: Nutrient content in asparagus plants as affected by mechanical, chemical and thermal weed control. Asparagus is an interesting crop to diversify agricultural productions in Galicia. However, environmental and soil conditions can favour weed development along the cultivation cycle. In a field experiment, three weed control methods were assayed: one thermal, another one mechanical and the third one chemical. The aim of this work was to study nutrient content in asparagus plants as affected by those methods. Plants from the herbicide treatment showed significantly

higher Ca, Mg, Cu and Mn contents than control plants, which presented similar contents to those of plants in the thermal and mechanical weed control treatments. It is concluded that weeds competed with asparagus for those nutrients.

Key words: foliar analysis, asparagus, weed control, weed.

Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología

**INFLUENCIA DE LA REGULACIÓN DE UN PULVERIZADOR HIDRÁULICO  
EN LA HOMOGENEIDAD DE REPARTO DE LOS HERBICIDAS**

J. A. BOTO, F. J. LÓPEZ

Dpto. Ingeniería Agraria. Universidad de León. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. Avda. Portugal, 41.- 24071 León

Resumen: La aplicación en pulverización de herbicidas tiene una gran trascendencia tanto desde el punto de vista de la eficacia de los tratamientos como de la seguridad a las personas y la protección al medio ambiente. Uno de los aspectos más importantes en la eficacia y seguridad de estos tratamientos es la homogeneidad en el reparto del producto, aspecto que depende, básicamente, de la regulación de la máquina.

Palabras clave: Boquillas, calibración, tratamientos.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la agricultura actual, donde se consideran objetivos prioritarios la rentabilidad de los productos obtenidos (ingresos obtenidos/costes de producción) y la minoración de los riesgos hacia las personas y el medio en que se desarrolla la actividad, la aplicación de herbicidas adquiere una gran importancia.

Se puede decir que existe una cultura de los herbicidas, en la que técnicos y agricultores se preocupan por los formulados disponibles, agentes que controlan, modo de acción, dosis de aplicación, etc. Sin embargo, parece no existir igual preocupación por las técnicas de aplicación, de forma que en la mayoría de los casos se da por supuesto que las aplicaciones se hacen correctamente y que los resultados no se ven influenciados por ellas. Sin embargo, el fracaso de algunos tratamientos se debe más a una mala aplicación que a la ineficacia del producto o, dicho de otro modo, un determinado nivel de eficacia se puede obtener utilizando menor cantidad de producto haciendo una aplicación correcta (DOWNER, 1997)

En la aplicación de herbicidas, los pulverizadores hidráulicos son los equipos más utilizados (BOTO y LÓPEZ, 1999). Estos equipos presentan un elevado nivel tecnológico que les capacita para realizar tratamientos "prácticamente perfectos", siempre que las personas que los utilicen conozcan su funcionamiento y regulación. Sin embargo, muchos de los equipos presentan grandes deficiencias, lo que sumado a una mala utilización, provoca malos resultados en la eficacia de los tratamientos e incluso importantes problemas de seguridad hacia las personas y el medio ambiente (BJUGSTADT, 1998).

En este trabajo se pretende poner de manifiesto la importancia de la regulación de las máquinas en la homogeneidad en el reparto del producto sobre una superficie plana, aspecto fundamental en la mejora de la eficacia de los tratamientos herbicidas y en la reducción de riesgos de contaminación ambiental.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para analizar la homogeneidad del reparto del líquido sobre la superficie de aplicación, se utilizó el pulverizador hidráulico disponible en la E.S.T.I.A. de la Universidad de León (modelo Hardi NK).

El equipo permite una regulación de la presión con una válvula de presión (sistema de caudal constante) o con una válvula de caudal (sistema de caudal proporcional al régimen del motor), y una barra distribuidora (sin estabilización) de 9,5 m de ancho (10 m de trabajo) dotada de boquillas de hendidura de 110° separadas 0,5 m y roscadas a los portaboquillas.

Las boquillas emiten 1,1 l/min a 3 bar (presión en el ensayo). Se dispuso de un banco portátil para la medida de la distribución de líquido con separación de canales de recogida de 50 mm. Además se dispuso de un

tacómetro digital, cronómetro, cinta métrica y transportador para medir el ángulo de inclinación del abanico de la boquilla.

Para valorar la homogeneidad en el reparto del líquido se consideró la distribución en la dirección de avance y en la perpendicular a ella; la primera se analizó a través de la regulación del distribuidor y en la dirección perpendicular a través del reparto en la barra de distribución. Para el análisis se compararon dos situaciones.

La **primera** se correspondió con la simulación de una situación de trabajo real tomada de una aplicación por un agricultor, manteniendo las características de funcionamiento comprobadas. La regulación de la presión se hizo con la válvula de presión y la orientación de las boquillas en la barra distribuidora no presentaba ningún orden, midiendo los ángulos formados entre la barra y la hendidura de las boquillas. La altura media de la barra sobre la superficie del suelo fue de 40 cm. La **segunda** se correspondió con una regulación supuestamente correcta, fijando la presión con la válvula de caudal del distribuidor y orientando todas las boquillas con el ángulo recomendado (10°). La altura de trabajo fue de 50 cm.

En la regulación para ambos casos se utilizó una presión de 3 bar obtenida a 2.200 r/min del motor del tractor (503 r/min al eje de t. de f.). Se midió la velocidad real del tractor con la máquina al régimen indicado (2.200 r/min) con una marcha determinada, el régimen en la t. de f. y el caudal de las boquillas. Se hicieron las mismas comprobaciones variando el régimen de funcionamiento del tractor, utilizando respectivamente 2.000 y 2.400 r/min.

Se midió la distribución del líquido aportada por 10 boquillas consecutivas de la barra de distribución, en cada uno de los dos supuestos iniciales, trabajando con el motor a 2.200 r/min. La valoración de homogeneidad se realizó sobre la longitud definida por los ejes verticales que definen la 1ª y 10ª boquilla respectivamente.

## RESULTADOS

**Homogeneidad en la dirección de avance.** Se tienen en cuenta las siguientes expresiones:

INCRUSTAR Equation.3 (1) Siendo: “q” el caudal de una boquilla, “D” la dosis, “v” la velocidad, y “a” la separación entre boquillas. INCRUSTAR Equation.3 (2) Siendo “q<sub>1</sub>” y

“q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la presión 2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo. Siendo: “q” el caudal de una boquilla, “D” la dosis, “v” la velocidad, y “a” la separación entre boquillas. INCRUSTAR Equation.3 (2) Siendo “q<sub>1</sub>” y “q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la presión

2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo. INCRUSTAR Equation.3 (2) Siendo “q<sub>1</sub>” y “q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la

presión 2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo. INCRUSTAR Equation.3 (2) Siendo “q<sub>1</sub>” y “q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la

presión 2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo. Siendo “q<sub>1</sub>” y “q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la presión 2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo.

Los resultados de la regulación, y el reparto en la dirección de avance son los siguientes:

### Régimen motor (r/min)

**Régimen t. de f. (r/min)**  
**Velocidad (km/h)**  
**Caudal (l/min)**  
**Dosis (l/ha)**

primera  
segunda  
primera  
segunda

2.000  
457  
5,6  
1,05  
0.99  
225  
213

2.200 503 6,2 1,10 1,10 213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
503 6,2 1,10 1,10 213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
6,2 1,10 1,10 213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
1,10 1,10 213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
1,10 213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
213 213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
213 2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
2.400 548 6,8 1,15 1,21 203 213  
548 6,8 1,15 1,21 203 213  
6,8 1,15 1,21 203 213  
1,15 1,21 203 213  
1,21 203 213  
203 213  
213

**Homogeneidad en la dirección perpendicular al avance.** A continuación se resumen los resultados de las dos situaciones presentadas:

**Situación primera:**

Longitud de barra: 5 m  
Altura barra: 40 cm  
Valores estadísticos: 100  
Valor medio: 109,70  
Desviación típica: 68,47  
*Coefficiente de variación: 62,44 %*

**Situación segunda:**

Longitud de barra: 5 m

Altura barra: 50 cm  
Valores estadísticos: 100  
Valor medio: 108,60  
Desviación típica: 6,39  
*Coficiente de variación: 5,89 %*

## DISCUSIÓN

**Distribución del líquido en la dirección de avance.** Las variaciones de régimen del motor del tractor, modifican el caudal proporcionado por la bomba del pulverizador, lo que a su vez genera alteraciones de presión en el circuito del líquido que se transforman en variaciones de caudal de las boquillas.

En la situación primera, en la que la presión se fijó con una válvula de presión, las variaciones de caudal que se generaron en el líquido no compensaron los incrementos de velocidad de desplazamiento y, como consecuencia, se produjo una modificación en la dosis al variar la velocidad de avance. Se ha comprobado como para variaciones de régimen del motor en un rango de 400 r/min varió el volumen de aplicación en 22 l/ha, es decir, en un 10,3% del volumen de aplicación medio.

**Distribución del líquido en la dirección perpendicular al avance.** Una distribución como la reflejada en la situación primera puede dejar sobre el terreno bandas sin tratar o con doble o triple cantidad de producto, llevando respectivamente, a zonas donde no se aprecia el efecto del herbicida y zonas donde provocaría una sobredosis. El coeficiente de variación de los valores registrados en la primera situación fue de 62,44 frente a un 5,89 de la situación que representó un ajuste correcto del equipo.

Los resultados demuestran la importancia de la regulación de las máquinas en la homogeneidad del reparto del líquido y por tanto en su eficacia. Las situaciones presentadas pueden simular aplicaciones reales en las explotaciones agrarias, aunque en ellas no siempre se dispone de un equipo en buen estado de funcionamiento.

## CONCLUSIONES

Para obtener un nivel de homogeneidad elevado en una aplicación de herbicida líquido por pulverización hidráulica en el sentido del avance es preciso controlar el trabajo del distribuidor quien regula la presión de trabajo de las boquillas.

En el caso de la homogeneidad en la perpendicular al avance, ésta debe controlarse atendiendo a la barra de distribución en lo que respecta a la horizontalidad de la barra, a la altura de la misma respecto al terreno, y de forma especial al ángulo formado por el plano de pulverización de las boquillas y la perpendicular al avance.

## BIBLIOGRAFÍA

- BJUGSTADT, N. (1998).- Control of crop sprayers in Norway. Paper 98-A-025. Congreso EurAGEng 1998. Oslo.
- BOTO, J.A. ; LÓPEZ, F.J. (1.999).- La aplicación de fitosanitarios y fertilizantes. Ed. Universidad de León. León
- DOWNER, R.A. (1997).- Herbicide spray distribution, quality and efficacy interactions: conflicts in requirements. Aspects of applied biology, nº 48, p 79-89. Bristol, UK.

Summary. Influence of hydraulic sprayer regulation on herbicide homogeneity distribution. Herbicide spraying has a great importance, not only from treatment efficacy point of view, but also human safety as well as environmental protection. One of the most relevant facts concerning efficacy and safety in herbicide spraying is uniformity on treatment surfaces. This fact depends basically on spraying equipment regulations.

Key words. Calibration, spraying nozzles, treatments.

**EFICACIA HERBICIDA EN EL CONTROL DE ABUTILON THEOPHRASTI M.  
EN ALGODÓN EN EL VALLE GUADALQUIVIR.**

CORTÉS. J.A. (\*), CASTEJÓN.M.(\*\*), MOREJÓN, B.(\*), MENDIOLA, A.(\*\*\*),  
(\* Sanidad Vegetal. Delegación de Agricultura. Sevilla.  
(\*\*) C.I.F.A. Las Torres-Torremejil. Deleg. Agric. Sevilla  
(\*\*\*) E.T.A. Ingenieros Agrónomos. 28040-Madrid

**Resumen:**

En 1996 y 1997, se han llevado a cabo estudios de campo en varias localidades del valle del Guadalquivir, para determinar la eficacia en el control de abutilon por diferentes aplicaciones de preemergencia, así como la tolerancia por el cultivo del algodón. En general, la fitotoxicidad ocasionada en el cultivo y el control varió según la dosis herbicida utilizada y la textura del suelo. Tratamientos con pendimetalina a la dosis mayor (1.7kg/ha) dieron un control medio-alto, sin embargo esta aplicación produjo un daño en el cultivo de recuperación dudosa. Aplicaciones de cianazina a 2.3 kg/ha en algodón sin plástico mostraron un control excelente (100%) con una fitotoxicidad media. Tratamientos a la misma dosis en algodón bajo plástico ocasionaron una fitotoxicidad elevada.

Palabras claves: Algodón, herbicidas, tolerancia, Valle del Guadalquivir, cianazina, dinitramina, metolacoloro, prometrina, fluometuron, trifluralina, pendimetalina.

## **INTRODUCCIÓN**

*Abutilon theophrasti M* es una mala hierba anual, que al igual que el algodón pertenece a la familia de las Malváceas y que infesta en el Valle del Guadalquivir los cultivos de algodón, maíz, patata y girasol de regadío, y comienza a introducirse en los de cítricos, melocotonero y espárrago. De todos los cultivos citados, el algodón es el que mayor superficie ocupa actualmente, adquiriendo una gran importancia económica en el Valle del Guadalquivir (RODRIGUEZ *et al.*, 1998).

La incidencia de esta mala hierba se ha visto incrementada notablemente a partir de su introducción en esta zona, a principios de los ochenta, (CORTÉS *et al.*, 1998). Por ello el abutilon se ha convertido en un problema, al que el cultivador del algodón tiene un temor acentuado.

La dificultad del control de esta maleza se basa en sus características biológicas, ya que escapa a los herbicidas de uso común como consecuencia de su tolerancia. La erradicación de abutilon, una vez presente en el banco de semillas del suelo, se hace muy difícil debido a la gran viabilidad de sus semillas en el terreno, a su elevado grado de latencia y a la nacencia escalonada (SAAVEDRA *et al.*, 1995). Incluso las plantas retrasadas que producen escasas cápsulas con semillas pueden asegurar la producción de éstas, por lo que para prevenir la producción de semillas en campos de reciente infestación el único método de control es su eliminación manual (SATTÍN *et al.*, 1992).

Las plantas de abutilon de gran desarrollo son capaces de producir más de 8.000 semillas por planta, que pueden permanecer viables más de 40 años (TOOLE y BROWN). 1946. Las cápsulas con semillas flotan en los canales de riego y las producidas en los terrenos incultos próximos a estas conducciones, hacen posible la invasión de parcelas aguas abajo. Las semillas también se dispersan por el estiércol y el purín (SAAVEDRA *et al.* 1995).

Diversos métodos de control de abutilon junto con su problemática han sido objeto de varias revisiones bibliográficas (BLUMENFELD *et al.*, 1984; MILLS *et al.*, 1989; BUHLER *et al.*, 1990; LUESCHEN *et al.*, 1993; BENVENUTI *et al.*, 1994). Se han ensayado distintos métodos para controlar esta mala hierba, tales como la utilización de diversas prácticas culturales, el uso de herbicidas y el control biológico; no obstante la mayor parte de estos resultan poco efectivo o ineficaces.

El objetivo general de este trabajo consiste en estudiar el comportamiento de diferentes herbicidas de preemergencia, en cuanto a su eficacia en el control de *A. theophrasti* y su selectividad en algodón. El objetivo específico es emplear diferentes dosis y en diferentes ambientes, tanto bajo plástico como sin plástico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en diversas localidades: Sevilla y Burguillos en 1996 y Coria y Alcalá del Río en 1977. Los datos concretos de suelos, emplazamiento, fecha de siembra. etc..están descritos en la tabla 1.

**Tabla 1. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO**

LOCALIDAD	SEVILLA	BURGUILLOS	CORIA RÍO	ALCALÁ RÍO
Año	1996	1996	1997	1997
Finca	Quintillo	Recaredo	Sta. Eufemia	Las Torres
Emplazamiento	37°N 5°57'O	37°4'N 5°56'O	37°18'N 6°2'O	37°31'N 5°58'O
Tipo de suelo	Franco-arcilloso	Franco-arcillo- limoso	Franco-arcillo- limoso	Franco-limoso
Fecha de siembra	1-6	5-6	14-4	16-4
Varietal	Coker310	Coker310	Crema111	Crema111
Densidad plantas/m <sup>2</sup>	20	20	20	20
Distancia entre líneas(m)	0,95	0,95	0,95	0,95
Dispositivo experimental	Bloque alazar	Bloque alazar	Bloque alazar	Bloque alazar
Tamaño parcela m <sup>2</sup>	20 (4x5)	20 (4x5)	32 (4x8)	32 (4x8)
Rajado del plástico	7-8/VI	11/VI	26/IV y 5/V	28/IV y 5/V
Eliminación del plástico	10/VI	12/VI	12/V	13/V(*)

(\*) También tuvo ensayo sin plástico de igual fecha de siembra.

Los tratamientos se efectuaron con un pulverizador experimental de 10 litros de capacidad, provisto de una única boquilla de abanico plano, con consumo de 280 l/ha a baja presión (2-2,5 kg/cm<sup>2</sup>), a primera hora de la mañana para evitar los efectos de la brisa y deriva de productos, y posteriormente se incorporaron al suelo aquellos productos que lo requirieron. En los casos de cultivo bajo plástico, para una correcta aplicación de los tratamientos se levantó este por uno de los lados en cada banda, lo que sirvió de protección, volviéndose a colocar para que el surco de siembra quedase totalmente sellado.

En todas las localidades seleccionadas, los ensayos se llevaron a cabo bajo plástico, además de Alcalá y Córía en 1.997 donde también se sembró algodón sin plástico. Siendo uno de los objetivos el control del abutilon, en 1.996 se eligieron las dosis recomendadas sin plástico (d.r.s.p.), aplicandolas en siembra bajo el mismo. En 1.997 en cultivo bajo plástico se eligieron tres dosis: en suelo ligero la menor o mitad de la d.r.s.p. y la intermedia o tres cuartos de la d.r.s.p.; en suelo pesado la intermedia (3/4 d.r.s.p., y la mayor equivalente a la d.r.s.p.).

En 1.996 se estimó la tolerancia del algodón evaluando la fitotoxicidad del algodón a los 31 DDT (días después del tratamiento); en 1.997 a los 14 y 21 D.D.T. empleando una escala de 0-10 donde: 0 = plantas sin daño; 1 = ligera decoloración; 2 = decoloración o depresión perceptible; 3 = daño muy leve; 4 = daño claramente apreciable, aunque recuperable; 5 = daño de recuperación dudosa; 6 = daño no recuperable; 7 = daño muy importante; 8 = plantas casi destruidas; 9 = plantas completamente destruidas.

La eficacia se determinó mediante el conteo del número de abutilon emergidos a los 21 DDT en los 4 metros lineales de los dos surcos centrales, en 1.996 y en los 8 metros lineales, en 1.997. Se calculó la eficacia según la fórmula de Abbot. Las eficacias numéricas se clasificaron de acuerdo con los siguientes niveles de control: 100% = excelente; 99,0-96,5 = muy buena; 96,5-93,0 = buena; 93,0-87,5 = satisfactoria; 87,5-80 = aceptable; 80-70 = insatisfactoria; 70-50 = deficiente; 50-1,0 = muy deficiente. El análisis estadístico de la varianza se realizó con ayuda del programa Statgraphic. La comparación de medias se efectuó con el test de Duncan, al nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ALGODÓN BAJO PLÁSTICO

Las fitotoxicidades ocasionadas en el cultivo del algodón así como las eficacias en el control de abutilon por los herbicidas utilizados en los ensayos según las localidades y dosis, se ponen de manifiesto en las tablas 2 y 3.

Generalmente, el control de abutilon incrementó con el aumento de las dosis. Así, los tratamientos con metalacloro + prometina, dinitramina y cianazina a las dosis más elevada dieron un buen control comprendido entre 93-96,5%. Por el contrario, dichas aplicaciones no fueron bien toleradas por el cultivo, excepto el tratamiento con dinitramina en la localidad de Sevilla en 1996. Pendimentalina a 1,7 Kg/ha mostró un control aceptable, aunque a dicha aplicación ocasionó un daño en el cultivo de recuperación dudosa.

Tratamientos a dosis intermedia dieron mayoritariamente lugar a controles insatisfactorios o inferiores al 75% con la salvedad de las aplicaciones de metalacloro + prometina y la dinitramina que llegaron a alcanzar una eficacia del 90 y 92 en Coria y Alcalá (1997), respectivamente. Dichos herbicidas presentan niveles de fitotoxicidad de recuperación dudosa o no recuperable.

Por otro lado, las dosis menores no proporcionaron control alguno de la mala hierba.

### ALGODÓN SIN PLÁSTICO

Entre los herbicidas utilizados en algodón sin plástico la mayor eficacia en el control de abutilon se obtuvo con cianazina aplicada a 2,3 Kg/ha seguido de dinitramina a 0,6 Kg/ha, pendimentalina a 1,7 Kg/ha y metalacloro + prometina a 1+1 Kg/ha.

Si bien, el primer tratamiento alcanzó un control muy bueno (100%) el resto fue insatisfactorio (70-80%). Por otro lado, el mejor comportamiento de cara a la tolerancia del cultivo se obtuvo con el tratamiento de pendimentalina.

## CONCLUSIONES

De todos los herbicidas utilizados en algodón bajo plástico se puede concluir que el tratamiento de pendimetalina a 1,7 Kg/ha fue el que presentó un comportamiento más regular, con un control entre un 82-87%.

En algodón sin plástico la aplicación de cianazina a 2,5 Kg/ha puede ser una recomendación interesante para obtener un buen control de abutilon en suelos pesados.

En el caso de la búsqueda de una solución aceptable podría ser interesante no recurrir a dosis elevadas, y combinar algunas de estas materias de preemergencia, buscando además un complemento de postemergencia que pudiera ser eficaz y tolerado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a los técnicos D<sup>a</sup> María Jesús Caro Vergara, D<sup>a</sup> Lorena Caúm Bolaños, D<sup>a</sup> Marisa Espejo, D<sup>a</sup> Amparo Solís Palomo, D<sup>a</sup> María Eugenia Vázquez Vela y D<sup>a</sup> Rocío de la Viña Ruíz por su participación en los trabajos de campo. Agradecen también la colaboración prestada por las firmas comerciales Valenzuela y Asgrow Semillas y a los propietarios de las fincas citadas donde se ubicaron los ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BENVENUTI, S., MACHIA, M., STEFANI, I. (1994). Effects of chade on reproduction and some morphologicals of *Abutilon theophrasti* M L., *Datura stramonium* L., and *Sorghum halepense* L., Weed Reseach. 35:283-288
- BLUMENFELD. T., KEIFFELD, Y., BARGUTII, A. (19984). Control of “hard to kill” weeds in cotton . Weed science . 64: 2184-2187
- BUHLER, D.D., PHILBROOK, B.D., OPLINGER (1990). Velvertleaf an giant foxtail control for soil soil-seeded siybean production tillage intensities Journal of production Agriculture. 3: 302-308
- CORTÉS, J.A., CASTEJÓN, M., MENDIOLA, M.A., 1.998. Incidencia del Abutilon en el Valle del Guadalquivir. Agricultura 924-927.
- KHEDIR, K.D., ROETH, F.W. (1981). Velvet leaf (*Abutilon theophrasti* L.) seed population in six continons-corn (*Zea Mays* L.) field Weed Science. 29 (4): 485-490
- LUESCHEN, V.E., ANDERSEN, R.N., HOVERSTAND, T.R. (19939). Seventeen years of cropping systems and tillage effect velvetleaf (*Abutilon theophrasti* M) seed longevity. Weed Science, 41: 82-86
- RODRIGUEZ OCAÑA, A., RUIZ AVILÉS, P. (1996). El sistema agroindustrial del algodón en España. M.A.P.A. 296 pp
- SAAVEDRA, M., CORTÉS, J.A., GOMEZ DE BARREDA, D., RODRIGUEZ BERNABÉ, J.A., TABERNER, M., CASTEJÓN, M., MONSERRAT, A., ZARAGOZA, C. (1995). Malas hierbas de difícil control. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SATTIN, M., ZANIN, G., BERTI, A. (1992). Case History for Weed Competition/Population Ecology velvetleal (*Abutilon Theophrasti*) in corn (*Zea mays*) Weed Technology, 6: 213-219

TOOLE, E., BROWN, E. (1986). Final results of the buried seed experiments. J. Agricultural Reserach. 72: 201-210

Summary: Cotton herbicide control of *Abutilon theophrasti* M. in the Guadalquivir valley (Spain)

Field studies were conducted in 1996 and 1997 in several locations of the Guadalquivir valley to determine the efficacy of different preemergence applications in cotton for abutilon control and to examine the crop response to these treatments. In general, the crop toxicity and abutilon control was affected by the herbicide dose and soil texture. Pendimethalin at the highest dose (1.7 kg/ha) resulted in a medium to high control of the pest, however it seems that this application produced injury with doubtful recovery. Cyanazine at 2.3 kg/ha showed high control (100%) of the weed with medium phytotoxicity when the application took place on cotton without plastic covering. Treatments at the same dose applied under plastic conditions produced elevated crop phytotoxicity.

Key words: Cotton, herbicides, crop response, Guadalquivir valley, cyanazine, dinitramine, metolachlor, prometryn, fluometuron, trifluralin, pendimethalin.

TABLA 2. Efecto de los tratamientos herbicidas de preemergencia sobre el control de *A. Theophrasti* en algodón bajo plástico (BP) y sin plástico, en la provincia de Sevilla.

Materia Activa	Cianazina		Dinitramina		Metolacloro +Prometina		Fluometurón +Trifluralina		Fluometurón		Pendimentalina		Alacloro +prometina	
	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia
Sevilla 96 B.P.	2.3	100 a	1.1	100 a	1+1	100 a	1.5+0.7	52 bb	1.5	40 b	1.7	87 ab		
Burguillo 96 B.P.	2.3	23.5 c	1.1	44 b	1+1	100 a	1.5+0.7	47 b	1.5	21 c	1.7	82 ab		
Coria 1/97 B.P.	2.3	81 bc	0.6	96 d	0.8+0.8	90 cd	1.5+0.7	64 ab	2	44 a			0.7+0.5	72 b
Coria 2/97 B.P.	1.8	64 c	0.5	62 c	0.8+0.8	65 c	1.1+0.5	55 bc	1.5	35 a			0.5+0.4	52 bc
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	54 bc	0.5	93 e	0.8+0.8	76 d	1.1+0.5	60 c	10.5	41 ab			0.5+0.4	49 ab
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	32	0.3	29	0.5+0.5	51	0.7+0.4	25	1.5	21+6.1			0.4+0.3	31±11.9
Alcalá 97 S.P.	2.3	100 c	0.6	78 a	1+1	75 a	1.5+0.7	66 a	2	65 a	1.7	76 a		
Coria 97 S.P.	2.3	100 a	0.6	75 b	1+1	71 b	1.5+0.7	61 c	2	58 c	1.7	72 b		

(Dosis en Kg/ha.)

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28 respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

TABLA 3. Tolerancia del algodón bajo plástico (B.P.) y sin plástico (S.P.) a los tratamientos herbicidas de preemergencia. Provincia de Sevilla.

Materia Activa	Cianazina		Dinitramina		Metolacloro +Prometina		Fluometurón +Trifluralina		Fluometurón		Pendimentalina		Alacloro +prometina	
	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.
Sevilla 96 B.P.	2.3	9 d	1.1	1 ab	1+1	5 c	1.5+0.7	1 ab	1.5	1 ab	1.7	2.5 b		
Burguillo 96 B.P.	2.3	5 c	1.1	1 ab	1+1	4.9 c	1.5+0.7	2 bc	1.5	1 ab	1.7	4.5 c		
Coria 1/97 B.P.	2.3	5.3 b	0.6	4.8 b	0.8+0.8	6 b	1.5+0.7	2.8 a	2	19 a			0.7+0.5	5.5 b
Coria 2/97 B.P.	1.8	2.8 ab	0.5	3.5 bc	0.8+0.8	5.3 d	1.1+0.5	2 ab	1.5	2.5 ab			0.5+0.4	4 c
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	3.3 bc	0.5	4 cd	0.8+0.8	6.4 d	1.1+0.5	3 abc	10.5	2 ab			0.5+0.4	5 d
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	0.5 a	0.3	2 bc	0.5+0.5	4.3 d	0.7+0.4	0.8 ab	1.5	1 ab			0.4+0.3	3 c
Alcalá 97 S.P.	2.3	4.3 a	0.6	4.8 a	1+1	4.8 a	1.5+0.7	3.8 a	2	3 a	1.7	3.9 a		
Coria 97 S.P.	2.3	3.3 ab	0.6	4.3 b	1+1	1.3 a	1.5+0.7	1.9 a	2	1.8 a	1.7	2.6 a		

(Dosis en Kg/ha.)

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28, respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

**ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN POTENCIAL DEL USO DE HERBICIDAS  
MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE TRATAMIENTOS LOCALIZADOS**

J. BARROSO, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA

Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 b, 28006 Madrid,  
cesar@ccma.csic.es

Resumen: El conocimiento de la distribución espacial de las malas hierbas y la consiguiente elaboración de mapas de infestación son aspectos básicos a la hora de realizar tratamientos localizados con herbicidas. Dentro de esta amplia temática, es importante empezar por conocer que esfuerzo de muestreo exigiría la realización de estos mapas y que ahorro de herbicida podrían permitir este tipo de tratamientos.

Estudios llevados a cabo con una infestación natural de *Avena sterilis* en un cultivo de cebada muestran que es posible estimar con bastante precisión la posición de los rodales de esta mala hierba con una intensidad de muestreo de 80 puntos por hectárea. Aunque la utilización de esquemas de muestreo menos intensivos resultó en una baja precisión de las estimaciones, la estrategia utilizada en la planificación de los tratamientos (aplicación de dosis reducidas de herbicidas a las zonas con infestaciones moderadas) puede permitir el mantenimiento de niveles adecuados de control en todo el campo. El ahorro de herbicida que se podría obtener mediante la aplicación localizada de los distintos rodales estaría en torno a un 43%, siendo este ahorro muy parecido con los diversos tipos de muestreo evaluados.

Palabras clave: Distribución espacial; Mapas de infestación; Técnicas de muestreo; *Avena sterilis*

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la distribución espacial de las malas hierbas es de suma importancia a la hora de establecer **mapas de infestación**. El uso de estos mapas podría permitir reducir la superficie total tratada con herbicidas, con el consiguiente ahorro económico para el agricultor. Estudios llevados a cabo recientemente en Alemania muestran como la utilización de **tratamientos localizados** (“patch spraying”), realizados sobre la base de mapas de infestación confeccionados previamente, puede suponer ahorros de entre un 30 y un 80% de herbicida (NORDMEYER *et al.*, 1997).

La aplicación de esta innovación a la práctica agrícola requiere disponer de procedimientos de estimación de infestaciones que sean precisos y que, sin embargo, no exijan un elevado esfuerzo de muestreo (REW *et al.*, 1996; ZANIN *et al.*, 1998).

Dentro de este contexto, el presente trabajo fue planteado tratando de dar respuesta a dos preguntas centrales: 1) ¿que ahorro de herbicida se podría obtener aplicando las dosis completas de herbicidas únicamente a las zonas del campo más invadidas por *Avena sterilis* dentro de un cultivo de cebada?, y 2) ¿que intensidad mínima de muestreo sería necesaria para poder estimar la posición de los rodales de esta especie?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de estudio utilizada se encontraba situada en la finca experimental “La Poveda” en Arganda del Rey (Madrid). Dicha parcela, con una superficie de 50m ( 100m, fue muestreada según una retícula de 10m x 10m (50 muestras/parcela; 100 muestras/ha), utilizando un marco de muestreo de 0,1 m<sup>2</sup>. Se llevaron a cabo muestreos quincenales de plántulas de *A. sterilis* emergidas, con un total de 5 muestreos durante el periodo comprendido entre mediados de octubre y mediados de diciembre. Sobre la base de estos datos se construyó un mapa de infestación del campo utilizando el programa SURFER v. 5.0 y aplicando la técnica de “kriging” (HEISEL *et al.*, 1996).

Para la estimación de las necesidades de tratamiento en cada zona del campo, las densidades de *A. sterilis* se agruparon en tres niveles: **1.** <10 plantas/m<sup>2</sup>; **2.** 10-50 plantas/m<sup>2</sup>; **3.** >50 plantas/m<sup>2</sup>. El nivel **1** corresponde a densidades claramente inferiores al Umbral Económico (UE) de esta especie (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1997); por lo tanto, no se necesitaría el empleo de herbicidas. En el nivel **3** las densidades de *A. sterilis* son claramente superiores al UE y deberían ser tratadas con la dosis completa de herbicida. El nivel **2** corresponde a una situación intermedia, con un riesgo de pérdidas bastante variable. Por ello, la opción tomada en este caso fue tratar con dosis reducidas de herbicidas. Trabajos previos (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1998) han mostrado que dichas dosis suelen resultar en niveles de control bastante próximos a los máximos.

Para el cálculo del ahorro obtenido utilizando este sistema, el coste del herbicida necesario para realizar un tratamiento convencional (Assert™ 2 l/ha; 4.000 ptas/l) fue comparado con el coste estimado para el caso de que cada zona del campo hubiera sido tratada de acuerdo a su nivel de infestación.

La determinación de la intensidad mínima de muestreo necesaria para detectar los `rodales` de *A. sterilis* se realizó partiendo de un juego inicial de 50 muestras y reduciendo progresivamente el número de estas. A partir de estos muestreos se estimaron las densidades medias de la mala hierba en la parcela y se construyeron nuevos mapas de infestación, estimando los costes del herbicida usado para cada situación.

## RESULTADOS

El mapa obtenido para los 50 puntos de toma de muestras (Fig 1a), muestra la situación de los rodales de plantulas de *A. sterilis* en la parcela de ensayo. Basándonos en dicho mapa, y aplicando el herbicida según lo dispuesto anteriormente, obtendríamos un ahorro de herbicida de un 43,6% (3.488 ptas/ha).

Disminuyendo el número de puntos de toma de muestras a 40, (según una retícula de 13,3m(10m), el mapa obtenido (Fig 1b), nos sigue mostrando bastante bien la posición de los rodales. Realizando los tratamientos de acuerdo con este mapa, el porcentaje de superficie que se trataría correctamente sería muy elevado (>90%), con un ahorro de herbicida muy similar al del caso anterior (43%).

Si continuamos disminuyendo el número de puntos de muestro a 30 (mediante una retícula de 20m(10m), el mapa resultante (Fig 1c) ya no muestra tan claramente la posición de los rodales, con una importante superficie infestada con nivel **3** (>50 plantas/m<sup>2</sup>) siendo considerada como de nivel **2** (10-50 plantas/m<sup>2</sup>). Aunque esta falta de precisión conduciría a una menor superficie siendo tratada con la dosis completa, esta deficiencia no debería tener graves consecuencias ya que los tratamientos a mitad de dosis pueden dar también buenos resultados de control (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al*, 1998). Utilizando este mapa, los cálculos de ahorro de herbicida dan un valor de un 46,2%.

Con 20 puntos de muestra (Fig 1d)(según una retícula de 10m(30m), la detección de los rodales es bastante pobre, no recogiendo la existencia de importantes zonas del campo con infestaciones superiores a las 100 plantas/m<sup>2</sup>. Sin embargo, y como ya hemos señalado anteriormente, el nivel general de control obtenido podría ser bastante satisfactorio gracias al tratamiento de las zonas con infestaciones medias (las más abundantes) con dosis reducidas de herbicidas. El ahorro de herbicida conseguido en este caso sería del 46,5%.

## AGRADECIMIENTOS

El establecimiento del ensayo y la toma de datos fueron realizados con la inestimable ayuda de P. Hernaiz, M<sup>a</sup> S. Fernandez y F. Torres

## BIBLIOGRAFÍA

- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C., NAVARRETE, L., TORNER, C. y SANCHEZ DEL ARCO, M.J. (1997) *Avena sterilis* en cultivos de cereales. En: Biología de las Malas Hierbas de España. Sans y Fernandez-Quintanilla (eds.) pp. 4-17. Phytoma España.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA C, J.L. GONZALEZ ANDUJAR, R. GONZALEZ PONCE, C.de LUCAS, L.NAVARRETE, J. RECASENS, M.J. SANCHEZ DEL ARCO, A. TABERNER, M.A. TIEBAS y C. TORNER (1998) Using the low rate concept for control of grassweeds in cereals under mediterranean conditions. 6th EWRS Mediterranean Symposium, pp.
- HEISEL T., C. ANDREASEN y A.K. ERSBOLL (1996) Annual weed distributions can be mapped with kriging. Weed Research 36, 325-338
- KECKLER D. (1994). "Surfer for windows". Golden Software, Inc.
- NORDMEYER H., A. HAUSLER y P. NIEMANN (1997) Patchy weed control as an approach in precision farming. En: J.V.Stafford (Ed.) Precision Agriculture '97. Vol. 1. Spatial Variability in Soil and Crop. pp. 297-306
- REW L.J., G.W. CUSSANS, M.A. MUGGLESTONE y P.C.H. MILLER (1996) A technique for mapping the spatial distribution of *Elymus repens*, with estimates of the potential reduction in herbicide usage from patch spraying. Weed Research 36, 283-292

ZANIN G., A. BERTI y L. RIELLO (1998) Incorporation of weed spatial variability into the weed control decision-making process. *Weed Research* 38, 107-118

Summary: Estimating the potential reduction of herbicide use by using patch spraying systems. The knowledge of the spatial distribution of weeds and the construction of weed maps are two basic aspects in the patch spraying of herbicides. Within this topic, it is important to start by determining the sampling required to construct these maps and calculating herbicide savings obtained by using this approach.

Studies conducted with natural infestations of *Avena sterilis* in a barley crop indicate that it is possible to get precise estimates of the position of weed patches with sampling intensities of 80 points / ha. Although less intensive sampling schemes resulted in poor patch estimations, the strategy used for applying herbicides (low-dose treatments in areas with moderate infestation levels) may result in adequate levels of control in the whole field. Herbicide savings obtained by using patch spraying techniques would be around 43%; these savings would be very similar with all the sampling schemes considered.

Key words: Spatial distribution; Weed maps; Sampling techniques; *Avena sterilis*

d)            a)    b)    c)

Fig.1. Distribución espacial de *Avena sterilis* en un campo de cebada de 100m x 50m, mapeada con una intensidad de : a) 50 muestras/campo; b) 40 muestras/campo; c) 30 muestras/campo; d) 20 muestras/campo. Se señalan las líneas de corte de los niveles **1** (<10 plantas/m<sup>2</sup>), **2** (10-50 plantas/m<sup>2</sup>) y **3** (>50 plantas/m<sup>2</sup>).

**OPTIMIZACIÓN DE DOSIS EN EL CONTROL DE *Avena sterilis* Var. *ludoviciana* (BALLUECA) MEDIANTE EL EMPLEO DE HERBICIDAS ESPECÍFICOS**

M<sup>a</sup> A. TIEBAS, F. CARRO, J. DELGADO, M. ESPARZA, J.J. PÉREZ DE CIRIZA,  
R. SÁEZ

Instituto Técnico y de Gestión Agrícola  
Ctra. Sadar s/n, edificio El Sario. 31006 Pamplona

Resumen: Se estudia el efecto de varios avenicidas mediante la aplicación de diferentes dosis. Partiendo de la más alta registrada se van disminuyendo, para establecer las curvas dosis respuesta y por lo tanto la dosis mínima efectiva para el control de *Avena sterilis* Var *ludoviciana*. Las materias activas ensayadas fueron imazametabenz 30 %, metil-diclofop 28% y tralkoxidim 25 % en cebadas. Para trigos, imazametabenz 30%, fenoxaprop-p-etil 5,5%+mefenepir dietil 1,5%, clodinafop-propargil 8% + cloquintocet mexil 2%. Con algunos de estos productos se obtuvieron eficacias aceptables con una disminución en un 50% de la dosis más alta.

Palabras clave: Avenicidas, imazametabenz, metil-diclofop, tralkoxidim, fenoxaprop-p-etil, clodinafop-propargil, cebada, trigo, dosis.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de fitosanitarios en agricultura, es uno de los temas que preocupa en gran medida a la opinión pública y ha originado el desarrollo de programas de investigación, creándose en algunos países europeos políticas específicas a conseguir reducir en un 50% el volumen de fitosanitarios aplicados en agricultura. (BERSON, 1988; MINISTRY OF AGRICULTURE, 1990; THONKE, 1991)

El trabajo presentado corresponde a una parte de los resultados del Proyecto nº SC96-012-C4-4 realizado en Navarra. En este proyecto se pretende validar el concepto de "Dosis Reducidas" desarrollado en los últimos años en Dinamarca y otros países del norte de Europa, aplicándolo a diversos tipos de condiciones españolas.

En Navarra el empleo de fitosanitarios supuso un consumo de 1.077 t (AEPLA 1997), de las cuales el 55,8%, correspondieron a herbicidas. En estudios realizados ese mismo año se comprobó que el consumo de

herbicidas antigramíneos en cereales había descendido en un 20,9%. Por el contrario aumentó el de herbicidas antiodicótiledoneas casi en un 40%.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 6 ensayos, tres en cebada sobre variedad Tipper y tres en trigo sobre variedad Marius. Se seleccionaron las parcelas en varias zonas agroclimáticas y siempre con poblaciones naturales de *Avena sterilis*. Las localidades en las que se realizaron las experiencias fueron, en cebadas, Larraga, Artajona y Tafalla y en trigos, San Vicente, Biurrun y Aldaba.

Herbicidas ensayados en cebada y dosis: imazametabenz 30 %, metil-diclofop 36% y tralkoxidim 25% a dosis de 750 g ia/ha; 900 g ia/ha; 400 g ia/ha respectivamente. Estas dosis fueron las máximas (x) y se redujeron en x/2; x/4, x/8 y x/16. En Tafalla y Larraga todas las variantes se aplicaron en las mismas fechas el 30 -12-97 y el 02-01-98 respectivamente. El cultivo y la ballueca estaban bastante desarrollados, entre inicio y pleno ahijamiento la cebada y la ballueca desde 2 hojas a inicio de ahijamiento, dominando las tres hojas. En Artajona el cultivo y la mala hierba estaban menos desarrollados por lo que hubo dos momentos de aplicación. El 30-12-97 se aplicaron las variantes correspondientes a imazametabenz y metil -diclofop, (dominando la tres hojas) y el 17-02-98 se aplicó el tralkoxidim (entre pleno y fin de ahijamiento). Respecto a las condiciones climáticas que sucedieron durante y posterior a las aplicaciones fueron muy benignas, con temperaturas suaves y humedad relativa alta, superior al 70%. Las densidades de ballueca eran variables. En Tafalla el número de plantas por m<sup>2</sup> era de 768, en Larraga de 204 y en Artajona de 82.

Herbicidas ensayados en trigo y dosis: imazametabenz 30% a 750 g ia/ha, fenoxapro-p-etil 5,55% a 68 g ia/ha y clodinafop 8% a 40 g ia/ha. Estas dosis fueron las máximas (x) y se redujeron en x/2; x/4, x/8 y x/16. El 22-01-98 se realizaron las aplicaciones de imazametabenz en Aldaba y Biurrun, con el trigo en inicio de ahijamiento y la ballueca desde 3 hojas a pleno ahijamiento. El 29-01-98 en San Vicente se aplicaron todas las variantes, con el trigo en pleno ahijamiento y la ballueca desde inicio a fin de ahijamiento. Por último el 18-02 se aplicaron fenoxapro-p etil y clodinafop en las otras dos localidades con el trigo en pleno ahijamiento y la ballueca entre inicio y fin de ahijamiento. La densidad de plantas de ballueca antes de realizar las aplicaciones fue la siguiente según localidades: Aldaba 98 plantas por m<sup>2</sup>, San Vicente 214 y Biurrun 12 plantas por m<sup>2</sup>. Las condiciones climáticas también fueron muy favorables con humedad relativa alta y temperaturas suaves.

## RESULTADOS

La eficacia de los herbicidas se midió mediante 2 parámetros: biomasa de ballueca a los dos meses de las aplicaciones y número de panículas por m<sup>2</sup> en maduración.

Se realizó control de producción en cebadas en el ensayo de Larraga únicamente puesto que en Artajona hubo un problema importante del virus del enanismo de la cebada y en Tafalla la densidad de ballueca era tan elevada que fue inviabile la cosecha. En trigos la recolección se realizó en el ensayo de Biurrun y en algunas parcelas de Aldaba que tuvieron buena eficacia contra la mala hierba.

En las tablas 1, 2 3 y 4 figuran los resultados del peso de biomasa de ballueca y el número de panículas por ha. en los distintos ensayos. En las tablas 5, 6 y 7 se presentan los datos de producción.

LOCALIDADES	HERBICIDAS	X	X/2	X/4	X/8	X/16	TESTIGO	Ecuación	R2	imazametabenz	286	10
696.14x+3714	0.92	LARRAGA	diclofopmetil	68	393	658	2073	1782	3252	y=-	39	1132
											1538	1300
											3252	

614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1  
300 3252 y=-696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-

614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

Ecuación R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

R2 imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

imazametabenz 286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
 696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-

614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
286 1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
1039 1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
1132 1538 1300 3252 y=-  
696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
1538 1300 3252 y=-696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
1300 3252 y=-696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
3252 y=-696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-

121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

y=-696.14x+3714 0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

0.92 LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

LARRAGA diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

diclofopmetil 68 393 658 2073 1782 3252 y=-  
 614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

68 393 658 2073 1782 3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

393 658 2073 1782 3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-

691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
658 2073 1782 3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
2073 1782 3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
1782 3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
3252 y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
y=-614.34x+3521.2 0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
0.89 tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-

93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

tralkoxidim 56 117 345 1426 2500 3252 y=-  
 691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

56 117 345 1426 2500 3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

117 345 1426 2500 3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

345 1426 2500 3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

1426 2500 3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

2500 3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
 415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
 419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:

**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**

3252 y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
 128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
 121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
 93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-

415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
y=-691.86+3704.3 0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
0.91 imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
47 69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
69 197 318 593 608 y=-  
128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**  
197 318 593 608 y=-128.51x+755.13 0.93 ARTAJONA diclofopmetil 41 305 306 941 569 608 y=-  
121.77x+887.87 0.53 tralkoxidim 177 152 253 354 494 608 y=-  
93.771x+667.87 0.93 imazametabenz 390 753 1232 1768 2070 2400 y=-  
415.34x+2889.2 0.99 TAFALLA diclofopmetil 525 972 1373 2319 2430 2400 y=-  
419.86x+3139.3 0.91 tralkoxidim 79 329 1055 1529 2124 2400 y=-498.97x+2999.1 0.98 Tabla 1:  
**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de cebada**









LOCALIDADES HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61  
 137 204 188 221  $y=-41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 2  
 21  $y=-41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$   
 $50.229+282.47$  0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102  $y=-$   
 $20.4x+120.4$  0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102  $y=-$   
 $20.029x+144.93$  0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102  $y=-19.2x+124.2$  0.96 Tabla 2: Panículas  
 por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
 Ecuación R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221  $y=-$   
 $41.371x+283.47$  0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221  $y=-$   
 $50.943x+317.13$  0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221  $y=-$

50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
R2 imazametabenz 21 61 137 204 188 221 y=-  
41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 21 61 137 204 188 221 y=-  
41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 21 61 137 204 188 221 y=-  
41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
imazametabenz 21 61 137 204 188 221 y=-  
41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
21 61 137 204 188 221 y=-  
41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
61 137 204 188 221 y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
137 204 188 221 y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
204 188 221 y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 **Tabla 2: Panículas**  
**por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada**  
188 221 y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-

50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
221 y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
y=-41.371x+283.47 0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
0.89 LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
LARRAGA diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
diclofopmetil 9 30 108 237 228 221 y=-  
50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
9 30 108 237 228 221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
30 108 237 228 221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
108 237 228 221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
237 228 221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-

20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
228 221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
221 y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
y=-50.943x+317.13 0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
0.84 tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-  
50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
tralkoxidim 3 17 43 153 203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
3 17 43 153 203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
17 43 153 203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
43 153 203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
153 203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
203 221 y=-50.229+282.47 0.93 imazametabenz 1 11 42 65 73 102 y=-  
20.4x+120.4 0.98 ARTAJONA diclofopmetil 5 40 89 107 106 102 y=-  
20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada



19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
5 40 89 107 106 102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-  
19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
40 89 107 106 102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-  
19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
89 107 106 102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96  
Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
107 106 102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96  
Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
106 102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2:  
Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
102 y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2:  
Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
y=-20.029x+144.93 0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas  
por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
0.77 tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de  
ballueca en los ensayos de cebada  
tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en  
los ensayos de cebada  
tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en  
los ensayos de cebada  
tralkoxidim 8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de cebada  
8 30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de  
cebada  
30 51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de  
cebada  
51 55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de  
cebada  
55 96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
96 102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
102 y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
y=-19.2x+124.2 0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
0.96 Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada  
Tabla 2: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de cebada

LOCALIDADES HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54  
124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-  
etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop  
23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287

X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-  
 526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-  
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

Ecuación R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

R2 imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

imazametabenz 23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

23 54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop 37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 **Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los ensayos de trigo**

54 124 727 1287 2847 Y=-526.34+2685.9 0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-

279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

124 727 1287 2847  $Y=-526.34+2685.9$  0.81 ALDABA fenoxaprop-p-  
 etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-650.31X+4031.9$  0.72 clodinafop  
 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-639.8X+3963.8$  0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

727 1287 2847  $Y=-526.34+2685.9$  0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-$   
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

1287 2847  $Y=-526.34+2685.9$  0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-$   
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

2847  $Y=-526.34+2685.9$  0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-$   
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

$Y=-526.34+2685.9$  0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-$   
 650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

0.81 ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-650.31X+4031.9$  0.72 clodinafop  
 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-639.8X+3963.8$  0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847  $Y=-650.31X+4031.9$  0.72 clodinafop  
 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-639.8X+3963.8$  0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$

205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

ALDABA fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop  
23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

fenoxaprop-p-etil 32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop  
23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

32 19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop  
23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

19 1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

1854 3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

3376 2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913 y=-171.2x+977.2 0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913 y=-165.8x+1122.1 0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los  
ensayos de trigo

2407 2847 Y=-650.31X+4031.9 0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847 Y=-  
639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

2847  $Y=-650.31X+4031.9$  0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

$Y=-650.31X+4031.9$  0.72 clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

clodinafop 23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-$   
 639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

23 70 2227 2415 2765 2847  $Y=-639.8X+3963.8$  0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$   
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
 ensayos de trigo

70 2227 2415 2765 2847  $Y=-639.8X+3963.8$  0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-$

205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

2227 2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

2415 2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

2765 2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

2847 Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

Y=-639.8X+3963.8 0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-  
 205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-  
 326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

0.82 imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
 etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop  
 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
 etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop  
 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de ballueca en los

ensayos de trigo

imazametabenz 19 15 98 884 676 906 Y=-205.83X+1153.4 0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
 etil 10 65 1045 1800 2124 906 Y=-326.06X+2132.9 0.49 clodinafop  
 21 446 1006 1910 1929 906 Y=-  
 279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913 Y=-136.37X+1279.1 0.66 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
imazametabenz 19 15 98 884 676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-326.06X+2132.9$  0.49 clodinafop  
21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
19 15 98 884 676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-326.06X+2132.9$  0.49 clodinafop  
21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
15 98 884 676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-326.06X+2132.9$  0.49 clodinafop  
21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
98 884 676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-326.06X+2132.9$  0.49 clodinafop  
21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
884 676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
676 906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
906  $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
 $Y=-205.83X+1153.4$  0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-$   
326.06X+2132.9 0.49 clodinafop 21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 99 78 144 401 633 913  $y=-171.2x+977.2$  0.89 clodinafop  
37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los  
ensayos de trigo  
0.78 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 10 65 1045 1800 2124 906  $Y=-326.06X+2132.9$  0.49 clodinafop  
21 446 1006 1910 1929 906  $Y=-$   
279.37X+2014.1 0.46 imazametabenz 419 636 631 897 1315 913  $Y=-136.37X+1279.1$  0.66 SAN







clodinafop 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

clodinafop 37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

37 113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

113 876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

876 649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

649 663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

663 913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

913  $y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

$y=-165.8x+1122.1$  0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

0.67 Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

Tabla 3: Biomasa ( $g/m^2$ ) de ballueca en los ensayos de trigo

LOCALIDADES HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 0 2 3  
 7 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
 33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
 41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
 5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
 5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
 6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por  $m^2$  de ballueca en los  
 ensayos de trigo

HERBICIDAS X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 0 2 37 94 97 169 Y=  
 $=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
 33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
 41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
 5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
 5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
 6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por  $m^2$  de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 0 2 37 94 97 169 Y=  
 $33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
 33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
 41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
 5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
 5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
 6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por  $m^2$  de ballueca en los  
 ensayos de trigo

X/2 X/4 X/8 X/16 TESTIGO Ecuación R2 imazametabenz 0 2 37 94 97 169 Y=  
 $33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
 33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
 41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
 5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
 5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
 6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
 VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	X/4	X/8	X/16	TESTIGO	Ecuación	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-
				ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169				Y=-
33.949X+185.25	0.93			clodinafop	0	12	155	173	205	169				Y=-	
33543X+201.4	0.8			imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28				Y=-	
41.2X+263.2	0.74			BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28			Y=-	
5.3846X+29.413	0.92			clodinafop	0	18	22	35	45	28				Y=-	
5.9714X+38.733	0.77			imazametabenz	135	213	340	375	402	225				$Y=-30.057X+386.87$ 0.28	
6.6857X+48.067	0.65			VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225			$Y=-56.606X+331.45$ 0.66	
															clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	X/8	X/16	TESTIGO	Ecuación	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-	
			ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169				Y=-	
33.949X+185.25	0.93		clodinafop	0	12	155	173	205	169					Y=-	
33543X+201.4	0.8		imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28					Y=-	
41.2X+263.2	0.74		BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28				Y=-	
5.3846X+29.413	0.92		clodinafop	0	18	22	35	45	28					Y=-	
5.9714X+38.733	0.77		imazametabenz	135	213	340	375	402	225					$Y=-30.057X+386.87$ 0.28	
6.6857X+48.067	0.65		VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225				$Y=-56.606X+331.45$ 0.66	
															clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	X/16	TESTIGO	Ecuación	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-		
		ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169				Y=-		
33.949X+185.25	0.93	clodinafop	0	12	155	173	205	169					Y=-		
33543X+201.4	0.8	imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28					Y=-		
41.2X+263.2	0.74	BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28				Y=-		
5.3846X+29.413	0.92	clodinafop	0	18	22	35	45	28					Y=-		
5.9714X+38.733	0.77	imazametabenz	135	213	340	375	402	225					$Y=-30.057X+386.87$ 0.28		
6.6857X+48.067	0.65	VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225					$Y=-56.606X+331.45$ 0.66	
															clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	TESTIGO	Ecuación	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-			
	ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169				Y=-			
33.949X+185.25	0.93	clodinafop	0	12	155	173	205	169				Y=-			
33543X+201.4	0.8	imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28				Y=-			
41.2X+263.2	0.74	BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28			Y=-			
5.3846X+29.413	0.92	clodinafop	0	18	22	35	45	28				Y=-			
5.9714X+38.733	0.77	imazametabenz	135	213	340	375	402	225				$Y=-30.057X+386.87$ 0.28			
6.6857X+48.067	0.65	VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225				$Y=-56.606X+331.45$ 0.66		
															clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	Ecuación	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-
33.949X+185.25	0.93		ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169	$Y=-33.949X+185.25$ 0.93
33543X+201.4	0.8		clodinafop	0	12	155	173	205	169		$Y=-33543X+201.4$ 0.8
41.2X+263.2	0.74		imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28		Y=-
5.3846X+29.413	0.92		BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28	Y=-
5.9714X+38.733	0.77		clodinafop	0	18	22	35	45	28		Y=-
6.6857X+48.067	0.65		imazametabenz	135	213	340	375	402	225		$Y=-30.057X+386.87$ 0.28
			VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225	$Y=-56.606X+331.45$ 0.66
											clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

	R2		imazametabenz	0	2	37	94	97	169	Y=-	
33.949X+185.25	0.93		ALDABA	fenoxaprop-p-etil	0	3	94	141	97	169	$Y=-33.949X+185.25$ 0.93
33543X+201.4	0.8		clodinafop	0	12	155	173	205	169		$Y=-33543X+201.4$ 0.8
41.2X+263.2	0.74		imazametabenz	0.67	0.73	7	10	17	28		Y=-
5.3846X+29.413	0.92		BIURRUN	fenoxaprop-p-etil	1	2	24	26	26	28	Y=-
5.9714X+38.733	0.77		clodinafop	0	18	22	35	45	28		Y=-
6.6857X+48.067	0.65		imazametabenz	135	213	340	375	402	225		$Y=-30.057X+386.87$ 0.28
			VICENTE	fenoxaprop-p-etil	0.4	1.6	61	306	206	225	$Y=-56.606X+331.45$ 0.66
											clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

## ensayos de trigo

imazametabenz 0 2 37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-  
etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-33543X+201.4$  0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

imazametabenz 0 2 37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-  
etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-33543X+201.4$  0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

imazametabenz 0 2 37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-  
etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-33543X+201.4$  0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

0 2 37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

2 37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

37 94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

94 97 169  $Y=-33.949X+185.25$  0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169  $Y=-$   
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-$   
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$

5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
97 169 Y=-33.949X+185.25 0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-  
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
169 Y=-33.949X+185.25 0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-  
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
Y=-33.949X+185.25 0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-  
33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
0.93 ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop  
0 12 155 173 205 169 Y=-41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop  
0 12 155 173 205 169 Y=-41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
ALDABA fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop  
0 12 155 173 205 169 Y=-41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
fenoxaprop-p-etil 0 3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop  
0 12 155 173 205 169 Y=-41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-

5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
0 3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
3 94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
94 141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
141 97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
97 169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
169 Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225 Y=-56.4X+352 0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo  
Y=-33543X+201.4 0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169 Y=-  
41.2X+263.2 0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28 Y=-  
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28 Y=-  
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28 Y=-  
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225 Y=-30.057X+386.87 0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225 Y=-56.606X+331.45 0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

0.8 clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

clodinafop 0 12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

0 12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

12 155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

155 173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop

1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

173 205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-6.6857X+48.067$  0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN

VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

205 169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

169  $Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

$Y=-41.2X+263.2$  0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-$   
5.3846X+29.413 0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

0.74 imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

imazametabenz 0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-  
etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-5.9714X+38.733$  0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

0.67 0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los  
ensayos de trigo

0.73 7 10 17 28  $Y=-5.3846X+29.413$  0.92 BIURRUN fenoxaprop-p-etil 1 2 24 26 26 28  $Y=-$   
5.9714X+38.733 0.77 clodinafop 0 18 22 35 45 28  $Y=-$   
6.6857X+48.067 0.65 imazametabenz 135 213 340 375 402 225  $Y=-30.057X+386.87$  0.28 SAN  
VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop







1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
SAN VICENTE fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
fenoxaprop-p-etil 0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
0.4 1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
1.6 61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
61 306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
306 206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
206 225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
225  $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
 $Y=-56.606X+331.45$  0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
0.66 clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
clodinafop 1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
1.6 46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
46 161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
161 163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
163 331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
331 225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
225  $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
 $Y=-56.4X+352$  0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
0.78 Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo  
Tabla 4: Panículas por m<sup>2</sup> de ballueca en los ensayos de trigo

Herbicidas x x/2 x/4 x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 36.7 28.53 26.3 21.8 23.2 19.78  
y=3.002x+15.5 0.85 Diclofop-  
metil 30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70 y=2.798x+14.9 0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.  
80 y=2.519+18.57 0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga



metil 30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

0.85 Diclofop-

metil 30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Diclofop-

metil 30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Diclofop-

metil 30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

30.0 32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

32.00 27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

27.7 19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

19.7 19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

19.1 19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

19.70  $y=2.798+14.9$  0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

0.80 Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Tralkoxidim 30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

30.0 35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

35.00 29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

29.2 26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

26.7 23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

23.5 19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

19.80  $y=2.519+18.57$  0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

0.78 Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Tabla 5: Resultados de producción en cebadas. Ensayo de Larraga

Herbicidas x x/2 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 50.04 54.5 19.58  $y=15,46x+10,55$  0,6528 Fenoxaprop-p

etil 53.20 55.2 19.58  $y=16,86x+8,96$  0,7028 Clodinafop 58.28 53.03 19.58  $y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

x x/2 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 50.04 54.5 19.58  $y=15,46x+10,55$  0,6528 Fenoxaprop-p



Clodinafop 58.28 53.03 19.58  $y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos.

Ensayo de Aldaba

58.28 53.03 19.58  $y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

53.03 19.58  $y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba  
19.58  $y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

$y=19,38x+4,83$  0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

0,8493 Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

Tabla 6: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Aldaba

Herbicidas x x/2 x/4 x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  
x x/2 x/4 x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
x/2 x/4 x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,$   
305 0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
x/4 x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$   
x/8 x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.84  
51 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
x/16 Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451  
Testigo Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Feno  
xaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
Ecuación R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
R2 Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
Imazametabenz 64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
64.5 64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
64.2 60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5  
8.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
60.8 58.8 60.2 57.82  $y=1.3663x+56,305$  0.8451 Fenoxaprop-p  
etil 61.6 59.9 57.1 56.1 53.9 57.80  $y=1.0894x+53.962$  0.5540 Clodinafop 63.0 59.0 56.0 53.0 48.0 5



58.00  $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
 $y=1.2629x+51.013$  0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
0.2798 Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun  
Tabla 7: Resultados de producción en trigos. Ensayo de Biurrun

## DISCUSIÓN

Respecto a los resultados de biomasa en cebada, los ajustes a una recta de regresión, fueron muy buenos, exceptuando únicamente el diclofop-metil en la localidad de Artajona. En cuanto a panículas en los dos ensayos donde se realizaron estos controles los resultados fueron también aceptables. En trigo los ajustes en general fueron buenos, salvo en el caso del ensayo de Biurrun en el que la población de ballueca fue más baja y no hubo una respuesta tan clara frente a biomasa, pero sí frente a panículas. Hay también algunas excepciones, como el caso de imazametabenz en el ensayo de San Vicente que incluso con la dosis más alta la eficacia fue mala. Por el contrario este mismo producto en las otras dos localidades, tuvo una eficacia excelente incluso a 1/4 de sus dosis más alta. Respecto a clodinafop y fenoxaprop -p -etil en esta campaña son aceptables hasta 1/2 de sus dosis más altas. Sin embargo, a partir de 1/4 de la dosis máxima los controles son insuficientes.

Con respecto a producción este parámetro no se ajusta tan bien a la regresión lineal. En el ensayo de Larraga con los tres productos se han obtenido aumentos de producción conforme se aumentaban las dosis. En trigo como se observa en las tablas 6 y 7 la variable dosis no explica la variable producción. En el análisis estadístico de estos datos, en la localidad de Aldaba, entre las dosis analizadas no hay diferencias significativas entre ellas solo con el testigo. En Biurrun no hay diferencias con el testigo y en algunos casos este es superior.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos aportan una información interesante sobre los efectos sobre ballueca de la disminución de dosis con algunos herbicidas. En las condiciones en las que se desarrollaron estos ensayos y con las distintas poblaciones de la mala hierba se han obtenido controles suficientes disminuyendo las dosis incluso hasta en un 50% de las registradas. Imazametabenz y tralkoxidim, en aplicaciones tempranas, admiten estas disminuciones en cebada. En trigo, los tres herbicidas ensayados, imazametabenz, fenoxaprop-p-etil y clodinafop, son susceptibles a la disminución de dosis. Factores como el estado de desarrollo de la mala hierba, época de aplicación, condiciones climáticas y poblaciones de la gramínea, se tendrán que determinar antes de utilizar dichas dosis. La adición de otros herbicidas diferentes a estos para controlar especies de hoja ancha pudieran variar los resultados, por lo que sería interesante su estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERSON, V.1988. Regulation of pesticides in Sweden. Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Pests and Diseases. 3: 1059-1064.
- MINISTRY OF AGRICULTURE. 1990. Multi-year crop protection plan. Essentials. Min. Agric., Dept. Nature Management and Fisheries, Amsterdam. 14 pp.
- THONKE K.E. 1991. Political and practical approaches in Scandinavia to reduce herbicide inputs. Proc. Brighton Crop Prot. Conf. - Weeds. 3: 1183-1190
- TIEBAS, M.A., ESPARZA, M., 1998. Campaña 1997-98. Resultados de herbicidas en trigo y cebada. Navarra Agraria nº 11. 10:17

Summary: Improving chemical weed control of *Avena sterilis* Wwild oat) looking for the most favorable dosis of specific herbicides. The effect of various wild oat herbicides was studied via the application of different doses. Starting out with the highest recommended doses were reduced in order to establish the dose-reponse curve and ascertain the minimum effective dose for wild oat control. The most effective substances tested on barley were imazametabenz 30%, metil-diclofop 28% and tralkoxidim 25%. For wheat, imazametabenz 30%, fenoxaprop-p-etil 5,5% + mefenepir dietil 1,5%, clodinafop-propargil 8% + cloquintocet mexil 2%. Acceptable levels of effectiveness were obtained from some of these products with 50% of the highest dose.

Key words: wild oat herbicides, imazametabenz, metil-diclofop, tralkoxidim, fenoxaprop-p-etil, clodinafop-propargil, barley, wheat, doses.

## **UTILIZACIÓN DE DOSIS REDUCIDAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE AVENA LOCA EN CULTIVOS DE CEREALES DE INVIERNO**

L. NAVARRETE, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA\*, C. de LUCAS, M. J. SÁNCHEZ DEL ARCO y C. TORNER.

IMIA Comunidad de Madrid, Apdo. 127, 28800 Alcalá de Henares

\*) Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115, 28006 Madrid

Resumen: Por segundo año consecutivo se ha evaluado el efecto de la utilización de dosis reducidas de herbicidas sobre el control de la avena loca (*Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* Dur. Nyman) en cultivos de cebada de invierno. Dos de los herbicidas evaluados (tralkoxidim e imazametabenz) mantuvieron su eficacia al utilizar la mitad de la dosis recomendada, especialmente tralkoxidim ya que incluso con la cuarta parte de la dosis seguía resultando muy eficaz. En contraste, la eficacia del tercero (diclofop-metil) se vio significativamente reducida en un 55%. El nivel de eficacia herbicida, sin tener en cuenta la dosis, estuvo bien relacionado con el rendimiento del cultivo donde se aplicó. Con tralkoxidim se obtuvo (en conjunto) un rendimiento significativamente mayor que con imazametabenz y con este a su vez que con diclofop-metil. Para la presente campaña, se podría establecer que por encima del 25% de la dosis recomendada, apenas hubo incremento en los rendimientos del cultivo.

Palabras clave: peso fresco relativo, rendimiento, tralkoxidim, diclofop-metil, imazametabenz.

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la reducción del uso de herbicidas parece ser asumida, en mayor o menor medida, como una necesidad a no muy largo plazo. Una de las principales estrategias sugeridas para conseguirlo es la utilización de dosis de herbicida inferiores a las recomendadas como óptimas para garantizar la máxima eficacia en el control. Es lo que se ha dado en llamar “Dosis reducidas de herbicidas” (DRH) en adelante. En este sentido, existen numerosos trabajos realizados en diversos países del norte de Europa, principalmente con especies

dicotiledóneas en cultivos de cereales (KUDSK, 1989; SALONEN, 1992 y 1993). Dichos trabajos aportan evidencias científicas de que la utilización de DRH no lleva aparejada, necesariamente, una drástica reducción en la eficacia del control. Por otra parte, en la actualidad, existe una cierta presión sobre los agricultores para reducir el uso de herbicidas, fundamentalmente por motivos económicos y medioambientales (BRAIN et al, 1999).

En condiciones mediterráneas, todavía no ha sido suficientemente evaluado el efecto de la utilización de DRH, especialmente en aquellas áreas donde las malas hierbas gramíneas son el principal problema en los cultivos de cereales (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al, 1998). Si se han desarrollado algunas líneas de trabajo consistentes en la adición de coadyuvantes a los productos herbicidas ya conocidos, lo que ha permitido obtener buenos resultados incluso con reducciones de la dosis en un 50% (TIEBAS et al, 1995 y 1996). A partir de la campaña 1996/97 se inician experimentos, para contrastar la utilización de DRH en gramíneas, en diversas localidades españolas (Navarra, Lérida y Madrid) en el marco de un proyecto coordinado, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). El objetivo del presente trabajo es mostrar un avance de los resultados obtenidos durante la campaña 1997/98 al utilizar DRH para el control de avena loca en cultivos de cebada de invierno en condiciones mediterráneas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio está siendo realizado en condiciones de campo en la finca “El Encin”, situada en Alcalá de Henares y perteneciente a la Comunidad de Madrid. El experimento fue establecido sobre una zona con una elevada infestación natural de avena loca (densidad media 270 plantas m<sup>-2</sup>). El tipo de cultivo fue una cebada de invierno (cv. Barbarrosa). Se aplicaron tres herbicidas a 5 diferentes dosis: 1X, 1/2X, 1/4X, 1/8X y 0, siendo X la dosis más alta recomendada para cada producto. Los herbicidas ensayados fueron diclofop-metil 36% (X = 2.5 L ha<sup>-1</sup>), imazametabenz 30% (X = 2.5 L ha<sup>-1</sup>) y tralkoxidim 25% (X = 1.6 L ha<sup>-1</sup>). En el momento de la aplicación el cereal se encontraba en el estado 13 y la avena entre el 10 y el 21 de la escala de Zadocks.

El diseño fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela individual tenía unas dimensiones de 3 x 10 metros. En la mitad izquierda de cada una de las parcelas fue “liberada” de la pulverización una superficie total de 1 m<sup>2</sup>, mediante 2 plantillas impermeables de 0.5 m<sup>2</sup>, en el momento de la aplicación. La eficacia herbicida fue estimada, en cada parcela, como diferencia porcentual del peso fresco de la avena recogida, mediante 4 marcos de 25x25 cm, en las zonas tratada y sin tratar, a los 50 días de la aplicación. El rendimiento del cultivo (expresado en kg ha<sup>-1</sup> de grano seco de cebada) fue estimado mediante la recolección mecánica de la mitad derecha en cada parcela individual (15 m<sup>2</sup>).

Los valores de la eficacia (% de reducción de peso fresco), previa transformación mediante arcoseno ( $x^{0.5}$ ), fueron sometidos al análisis de la varianza según un modelo factorial con 2 factores (2 factores con split para el rendimiento) y bloques completos al azar. Para la separación de medias se utilizó, en ambos casos, el test de rango múltiple de Duncan ( $P = 0.05$ ). Los análisis fueron realizados con MSTAT (Power, 1986).

## RESULTADOS

**Eficacia herbicida.** El efecto de la DRH sobre el peso fresco relativo de la avena loca (eficacia) se muestra en la Fig. 1. Los tres herbicidas evaluados durante la campaña 1997-98 mostraron una mas que aceptable eficacia cuando fueron utilizados a las dosis recomendadas. El mejor control se obtuvo con tralkoxidim que redujo el peso fresco de la avena en un 95% respecto a la zona sin tratar. Con diclofop e imazametabenz, los controles fueron 89 y 87%, respectivamente.

Cuando se aplicaron los herbicidas a la mitad de la dosis recomendada, tralkoxidim siguió siendo el más eficaz (93%); imazametabenz redujo su eficacia en casi un 15%, pero en ninguno de ambos casos se apreciaron diferencias significativas con respecto a la dosis completa. En contraste, la eficacia de diclofop se vio significativamente reducida en un 55%.

Al reducir la dosis entre la cuarta y octava parte de la recomendada, tanto la eficacia de diclofop como la de imazametabenz se vieron proporcionalmente disminuidas, si bien a nivel estadístico solo este último se diferenció; en el caso del diclofop lo mismo resultó aplicar 1/8, 1/4 de la dosis o la mitad. No ocurrió lo mismo con tralkoxidim, ya que con la cuarta parte de la dosis seguía siendo, a nivel estadístico, tan eficaz (87%) como a la dosis completa.

**Rendimientos.** En la Fig. 2 se muestra la respuesta del rendimiento a la utilización de DRH. En conjunto, los rendimientos medios de cebada oscilaron entre 3630 y 4350 kg ha<sup>-1</sup> cuando fueron utilizados diclofop-metil y tralkoxidim, respectivamente.

Un valor intermedio se obtuvo al utilizar imazametabenz (3970 kg ha<sup>-1</sup>). El análisis estadístico individualizado no detectó diferencias significativas en los rendimientos al aplicar la mitad, la cuarta e incluso la octava parte de la dosis recomendada en ninguno de los herbicidas evaluados. Solo el análisis conjunto de los 3 herbicidas permitió establecer diferencias significativas entre los rendimientos. De esta manera se pudo apreciar que, aplicando la cuarta parte de la dosis recomendada de tralkoxidim, se obtuvo un rendimiento significativamente mayor que los obtenidos al utilizar las dosis más eficaces de diclofop-metil. Imazametabenz no ofreció una respuesta demasiado consistente, pues si bien, tanto a la octava como a la cuarta parte de la dosis recomendada no diferían los rendimientos de sus homónimas en el tralkoxidim, si lo hacían al aplicarse imazametabenz a la dosis mitad.

## DISCUSIÓN

La campaña de referencia (1997-98), se ha desarrollado bajo unas condiciones medioambientales, si cabe, más favorables que la anterior, especialmente en lo que a pluviometría se refiere. Basta decir que en el período comprendido entre primeros de octubre y finales de diciembre se registraron 280 mm, un incremento del 72% respecto al mismo período en un año considerado normal. Teniendo en cuenta este aspecto no es de extrañar que la eficacia de los distintos herbicidas, a las dosis recomendadas, fuese mas que aceptable, como ya ocurriera en los estudios previos realizados (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al, 1998). Sin embargo, la utilización de DRH ofreció una elevada variabilidad en la eficacia de los diferentes productos. Tralkoxidim mantuvo prácticamente inalterada su eficacia al reducir la dosis, en concordancia con lo observado en la campaña anterior (datos no mostrados). No ocurrió lo mismo con los restantes productos. Por una parte, diclofop-metil disminuía casi 7 veces su eficacia con la dosis mitad, en comparación con estudios previos (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al, 1998). Sin embargo, imazametabenz duplicó su eficacia respecto a la campaña anterior, resultando mas en consonancia con lo observado en Navarra en condiciones similares, (TIEBAS et al, 1996). En nuestro caso, habrá que esperar una evaluación en condiciones de menor humedad para valorar la importancia de la citada variabilidad. No obstante, otros trabajos realizados en países distantes y con productos y malas hierbas distintas (SALONEN, 1993) ya citan fluctuaciones ocurridas, ocasionalmente, al utilizar DRH y sin embargo, los resultados globales muestran eficacias próximas al 75% en cultivos de cebada sin que además aparecieran, al cabo de los 3 años del estudio, efectos indeseables como incremento de las infestaciones o cambios en la composición de las poblaciones.

El nivel de eficacia herbicida, sin tener en cuenta la dosis, estuvo bien relacionado con el rendimiento del cultivo donde se aplicó. Con tralkoxidim se obtuvo (en conjunto) un rendimiento significativamente mayor que con imazametabenz y con este a su vez que con diclofop-metil. Sin embargo, el hecho de no encontrar diferencias significativas entre las diferentes dosis (para cada producto) haría recomendable, desde el punto de vista de los rendimientos, establecer unas dosis límite que no sería rentable sobrepasar. En este sentido, estudios realizados en Inglaterra (BRAIN et al, 1999) muestran que apenas si había incrementos en el

rendimiento de un cultivo de trigo al utilizar dosis por encima de 0.2 kg m.a. ha<sup>-1</sup> (el 33% de la recomendada) de imazametabenz. Nuestros resultados con el mismo herbicida no se han mostrado muy en desacuerdo, pues incluso bastaría, en nuestro caso, no superar el 25% de la dosis recomendada para conseguir la estabilidad en el rendimiento

## CONCLUSIONES

De los tres herbicidas evaluados, tralkoxidim mostró ser el más eficaz cuando se utilizaron dosis inferiores a la recomendada. De la misma manera, dicho herbicida permitió obtener, en conjunto, un rendimiento significativamente mayor.

A la espera de nuevos resultados en años más secos, se podría establecer con mucha prudencia que por encima del 25% de la dosis recomendada, los rendimientos del cultivo tenderían a la estabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAIN, P., WILSON, B. J., WRIGHT, K.J., SEAVERS, G. P., CASELEY J. C. (1999). Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. *Weed Research* 39: 21-35.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C., GONZALEZ ANDUJAR, J.L., GONZALEZ PONCE, R., de LUCAS, C., NAVARRETE, L., RECASENS, J., SANCHEZ DEL ARCO, M.J., TABERNER, A., TIEBAS, M.A., TORNER, C. (1998). Using the low rate concept for control of grassweeds in cereals under mediterranean conditions. Proc. 6<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium, 1998. Montpellier, 353-359.
- KUDSK, P. (1989). Experiments with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. Proc. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 1989. 545-554.
- POWER, P. (1986). A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments. Michigan State University.
- SALONEN, J. (1992). Efficacy of reduced herbicide doses in spring cereals of different competitive ability. *Weed Research* 32: 483-491.
- SALONEN, J. (1993) Reducing herbicide use in spring cereal production. *Agricultural Science Finland* 2 (Suppl. 2) 42pp.
- TIEBAS, M.A., ESPARZA, M., BIURRUN, R., PEREZ DE CIRIZA, J.V., SAEZ, R. (1995). ¿La mezcla con aceites permite reducir dosis?. *Navarra Agraria* 94:5-8.
- TIEBAS, M.A., ESPARZA, M., BIURRUN, R., PEREZ DE CIRIZA, J.V. (1996). Herbicidas específicos contra ballueca, más coadyuvantes. *Navarra Agraria* 99: 10-18.

Summary: The use of reduced herbicide doses for the control of wild oats in winter cereal. The effect of the use of reduced herbicide doses for the control of wild oat (*Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* Dur. Nyman) in

winter barley has been assessed in the second year. Two of the herbicides studied (tralkoxydim and imazamethabenz) kept their level of efficacy when they were applied at half of recommended dose, particularly tralkoxydim which even at one quarter the recommended dose showed a high efficacy. In contrast, the efficacy of the third one (diclofop-methyl) was significantly reduced by 55% when applied at one half. The herbicide efficacy, irrespective of the dose, was well related to crop grain yield. The grain yield of barley receiving tralkoxydim was significantly greater than the one sprayed with imazamethabenz, and this one greater than that with diclofop-methyl. Increases in crop grain yield were hardly found in the present year for herbicide doses above 25% of recommended.

Key words: relative dry weight, yield, tralkoxydim, diclofop-methyl, imazamethabenz.

INCRUSTAR Excel.Chart.5 \s

Figura 1. Respuesta de la avena loca (% del peso fresco respecto al control) a la aplicación de diferentes dosis de: diclofop-metil (○), imazametabenz (○) y tralkoxidim (○) en cebada de invierno. Para cada herbicida, valores con letras distintas difieren significativamente según el test de rango múltiple de Duncan ( $P = 0,05$ ).

INCRUSTAR Excel.Chart.5 \s

Figura 2. Respuesta del rendimiento del cultivo de cebada de invierno tratado con diferentes dosis de herbicidas para el control de avena loca: diclofop-metil (0), imazametabenz (0) y tralkoxidim (0).

Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología

## **INFLUENCIA DEL MOMENTO DE APLICACIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LA HERBIGACIÓN.**

A. del BUSTO, A. DOMINGO, E.A. CARBONELL, D. GÓMEZ DE BARREDA  
I.V.I.A. Apartado oficial. 46113 Moncada (Valencia)

Resumen: Mediante la herbigación a través de goteros con caudales de 2 y 8 l/h.; se han realizado unos tratamientos según el tiempo transcurrido desde el inicio del riego a la inyección del herbicida, que en este caso es azafanedin.

La eficacia se ha evaluado mediante dos parámetros: número y peso fresco de cada una de las especies de malas hierbas encontradas en las zonas de muestreo.

El herbicida se comporta de manera similar en los dos caudales estudiados.

Con 1 hora de riego previa a la inyección se reduce significativamente la biomasa, pero hacen falta 2 horas para llegar a disminuir el número de malas hierbas; 30 minutos de riego de incorporación (después de la inyección), es suficiente para que la herbigación sea eficaz.

El peso es el parámetro medido que mas diferencias obtiene.

Palabras clave: azafanedín, herbigación, “inyección”.

## **INTRODUCCION**

La aplicación de herbicidas a través del riego por goteo, constituye una práctica ventajosa para el agricultor, de utilización creciente en cítricos y otros frutales. (GÓMEZ DE BARREDA *et al.*, 1996)

El continuo aporte de agua y fertilizantes, provoca una vegetación exuberante en la zona húmeda, que plantea la necesidad de controlarla a través del propio sistema de riego.

La herbicigación requiere mayor conocimiento y precisión en el manejo de todos los factores implicados; planta, suelo, riego, características de los herbicidas y de las malas hierbas. La gran densidad radicular del cultivo, en el bulbo de humedad (GÓMEZ DE BARREDA, 1994) facilita la absorción y por lo tanto determina la mayor o menor selectividad del producto inyectado. Interesa que el herbicida se reparta por la zona húmeda y no se localice solamente junto al punto de goteo. (GÓMEZ DE BARREDA y TORRES, 1984). El grado de humedad del suelo en el momento de herbigar, la cantidad y caudal de agua aportada inmediatamente después y en días sucesivos, pueden influir en el grado de solubilidad, adsorción y degradación del producto. (GÓMEZ DE BARREDA y TORRES, 1983; PASTOR y VALERA, 1992)

Este trabajo se realizó con el objetivo de optimizar el momento de herbigar en el transcurso de un riego, para obtener la máxima eficacia y radio de acción. Se ha pretendido también, forzar al máximo el comportamiento del herbicida, utilizando goteros de caudal fuera de lo habitual, que simularían posibles fallos en la red; dilataciones, roturas, obturaciones.

Datos cuantitativos de la respuesta de las malas hierbas, han dado lugar a conclusiones que no estaban presentes en los objetivos iniciales, y que plantean algunas incertidumbres sobre los métodos de muestreo más apropiados.

## MATERIAL Y METODOS

En una parcela situada en IVIA (Moncada-Valencia) de textura franco-arenosa y 1% de materia orgánica, se instaló un sistema de riego por goteo, compuesto por 5 líneas con 10 goteros cada una, de los cuales, 5 tenían un caudal de 2 l/h y 5 de 8 l/h, colocados cada 2 m. de forma alterna. Aunque no existía cultivo alguno, al estar conectado a la red de toda la finca, tuvo un aporte y régimen de riego igual que los cítricos de parcelas contiguas. De las 5 líneas una se dejó como testigo (tratamiento 1) solo con riego, y en las 4 restantes, se inyectó el herbicida según los tiempos siguientes:

TRATAMIENTO 1	4 horas de riego	Riego antes de inyectar	Riego después de
inyectar	TRATAMIENTO 2	30 minutos	210 minutos
3	60 “	180 “	TRATAMIENTO 4
“	TRATAMIENTO 5	210 “	30 “
			120 “
			120
			Tabla 1. Características de los
			tratamientos.
4 horas de riego	Riego antes de inyectar	Riego después de inyectar	TRATAMIENTO
2	30 minutos	210 minutos	TRATAMIENTO 3
180 “	TRATAMIENTO 4	120 “	120 “
210 “	30 “	Tabla 1. Características de los	TRATAMIENTO 5
		tratamientos.	
Riego antes de inyectar	Riego después de inyectar	TRATAMIENTO 2	30
minutos	210 minutos	TRATAMIENTO 3	60 “
“	TRATAMIENTO 4	120 “	180
210 “	30 “	120 “	TRATAMIENTO 5
		Tabla 1. Características de los	
		tratamientos.	
Riego antes de inyectar	Riego después de inyectar	TRATAMIENTO 2	30
minutos	210 minutos	TRATAMIENTO 3	60 “
“	TRATAMIENTO 4	120 “	180
210 “	30 “	120 “	TRATAMIENTO 5
		Tabla 1. Características de los	
		tratamientos.	
Riego antes de inyectar	Riego después de inyectar	TRATAMIENTO 2	30

minutos 210 minutos TRATAMIENTO 3 60 “ 180  
 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5  
 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 Riego después de inyectar TRATAMIENTO 2 30 minutos 210  
 minutos TRATAMIENTO 3 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4  
 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1.  
 Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 2 30 minutos 210 minutos TRATAMIENTO 3  
 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120  
 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los  
 tratamientos.  
 TRATAMIENTO 2 30 minutos 210 minutos TRATAMIENTO 3  
 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120  
 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los  
 tratamientos.  
 30 minutos 210 minutos TRATAMIENTO 3 60 “  
 180 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5  
 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 210 minutos TRATAMIENTO 3 60 “ 180  
 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5  
 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 3 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4 120  
 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1.  
 Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 3 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4 120  
 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1.  
 Características de los tratamientos.  
 60 “ 180 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120  
 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los  
 tratamientos.  
 180 “ TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO  
 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210  
 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 4 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210  
 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 120 “ 120 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30  
 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 120 “ TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1.  
 Características de los tratamientos.  
 TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los  
 tratamientos.  
 TRATAMIENTO 5 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los  
 tratamientos.  
 210 “ 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 30 “ Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 Tabla 1. Características de los tratamientos.  
 Tabla 1. Características de los tratamientos.

Cada línea se inyectó individualmente, mientras el resto del sistema seguía regándose.

El herbicida utilizado fue el azafanedin, a una dosis de 2,75 kg/ha de materia activa en un suelo inicialmente limpio de malas hierbas.

Este herbicida, que probablemente se registrará para cítricos, actúa inhibiendo una encima implicada en la biosíntesis de la clorofila (DELANEY and MORTON, 1996) y presenta las siguientes características fisicoquímicas: solubilidad 16 mg/l, volatilidad  $1 \times 10^{-6}$  mPa, vida media 40 días,  $K_{oc}$  298 ml/g, coeficiente Kow octanol/agua 2,7 y  $DL_{50}$  de 5000 mg/Kg. (GÓMEZ DE BARREDA et al., 1998)

#### **Método de muestreo.**

La zona circular más próxima al punto de goteo, estaba prácticamente libre de vegetación; alrededor, formando una corona circular, crecían las malas hierbas, como consecuencia del agua emitida por el gotero, y la llegada de una mayor o menor cantidad de herbicida. Esta superficie más o menos circular, es el lugar donde se van a concretar las evaluaciones.

Para ello, se diseñó un artilugio, construido con dos listones de hierro graduados, unidos formando un ángulo de 80 grados, de manera que al hacer coincidir su vértice con el punto de goteo, se obtenía un sector circular de radio 40 o 80 cm., según el caudal de los goteros, y una superficie de 0,11 y 0,45 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Una vez colocado en el suelo, se cortó toda la vegetación espontánea comprendida dentro de esa superficie; se clasificó, agrupándola por especies, se contó y se pesó en fresco.

Se muestrearon tres repeticiones por tratamiento y caudal, a los 67 días después de la herbigación.

#### **Análisis estadístico**

Dado que los datos originales presentaban una clara falta de homogeneidad de varianzas, se procedió a transformarlos convenientemente. Al peso de las malas hierbas se le aplicó la transformación logarítmica y la raíz cuadrada a los datos de número. Ambas variables fueron analizadas mediante un ANOVA triple factorial (tratamientos, caudales y bloques) con tratamientos y caudales fijos y bloques aleatorios. Se realizó una comparación de medias entre los tratamientos y el testigo no tratado mediante la prueba de Dunnett.

## RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 aparece el peso y numero de las especies encontradas en los diferentes tratamientos; cada cifra corresponde a la suma de 3 repeticiones.

Se contabilizaron 17 especies diferentes en el tratamiento de 2 l/h y 19 en el de 8 l/h , siendo comunes 14. Para simplificar el tratamiento estadístico, se han agrupado con el nombre de “otras”, aquellas especies que aparecieron de forma esporádica. Cabe destacar la ausencia de gramíneas.

En el tratamiento testigo (tratamiento 1) encontramos en los goteros de 8 l/h.,528 plantas /m<sup>2</sup>,con una biomasa de 378 g/m<sup>2</sup>.,y en los de 2 l/h ; 333 plantas /m<sup>2</sup>, y 630 g/m<sup>2</sup> de biomasa.

Comparando los datos totales de los tratados con el testigo sin tratar, encontramos que en cuanto al peso, resultan significativamente diferentes los tratamientos 3, 4 y 5. Refiriéndonos al número, obtenemos diferencias significativas en los tratamientos 4 y 5.

Los resultados obtenidos en los distintos tratamientos de los dos niveles de agua, son como es obvio, cuantitativamente diferentes entre si, pero no muestran interacción con los tratamientos, por lo que las conclusiones son similares para los tratamientos, independientemente del caudal de que se trate.

Analizado especie por especie, obtenemos la siguiente tabla:

	PESO				NUMERO			
	Tratamientos				Tratamientos			
	2	3	4	5	2	3	4	5
<i>Fumaria sp.</i>	(							
<i>Urtica urens</i>		(	(	(				(
<i>Stellaria media</i>	(	(			(	(		
<i>Chenopodium sp.</i>		(	(	(				
<i>Papaver sp.</i>			(	(	(	(		
<i>Sonchus sp.</i>								
<i>Melilotus indica</i>						(		
<i>Emex spinosa</i>								
<i>Silene rubella</i>								
Otras								

Tabla 4. En cada una de las malas hierbas, se señalan los tratamiento que son significativamente diferentes del testigo.

( inferior al testigo; ( superior al testigo.

## CONCLUSIONES Y DISCUSION

Los resultados de los dos parámetros utilizados , peso y numero de malas hierbas, no han coincidido en todos los casos. En el análisis estadístico encontramos más diferencias significativas en el peso que en el numero, además pensamos que el peso es más indicativo de la competencia real con el cultivo, sobre todo en el caso de frutales.

Como ya otros autores han considerado (PASTOR y VALERA, 1992; GÓMEZ DE BARREDA, 1998) se obtienen mejores resultados herbigando hacia el final del periodo de riego. Según nuestros datos resulta eficaz a partir de 1 hora de riego (tratamiento 3) para reducir la biomasa, pero la máxima eficacia se obtiene a partir de las 2 horas (ver en tablas 2 y 3 el % de reducción con respecto al testigo) y con 30 minutos de riego posterior es suficiente para incorporar el herbicida al suelo.

Para otros herbicidas de similares características al azafanedin se podrían hacer las mismas consideraciones. (GÓMEZ DE BARREDA *et al.*, 1998)

También podemos predecir que se comportara de manera similar, cuando se utilice con unos goteros de cualquier caudal comprendido entre 2 y 8 l/h.

Pensamos que pueden existir diferencias importantes en los resultados obtenidos según el método de evaluación elegido. Cuando lo que se quiere estimar es la eficacia de un tratamiento o el grado de competencia a un cultivo, los métodos que no tienen en cuenta la biomasa, pueden llevarnos a apreciaciones poco reales del problema.

En la tabla 2, el tratamiento 3 tiene incluso mas número de plantas que el tratamiento testigo, sin embargo es el de mayor porcentaje de reducción en peso. Este hecho se podría explicar pensando que la propia competencia entre ellas ha impedido su desarrollo ;o que acaban de germinar y es posible que aun mueran algunas por acción del herbicida.

Considerando solamente el tratamiento testigo ,los resultados indican que a un mayor aporte de agua corresponde una mayor germinación (IZQUIERDO y RECASENS, 1992).Con menos agua emergen menor numero de plántulas, pero las que consiguen establecerse crecen mas, al haber menos competencia entre ellas.

Dividiendo el peso por el numero vemos que el peso medio de una planta es mayor en el tratamiento de menor caudal : 1,9 frente a 0,7; aunque no todas las especies siguen esta pauta.

Resumiendo; la explicación de estos resultados es compleja y fuera de lo pretendido en este trabajo. En la practica, no debemos ignorar que: conteos, porcentajes de cubrición, frecuencias, escalas de presencia – abundancia, fotografías aéreas o detección artificial, pueden encubrir errores, si no se tienen en cuenta estados de desarrollo de las malas hierbas, sus hábitos de crecimiento (rastreros o en altura), datos que puedan aportar una cuantificación de la biomasa ,que es lo que realmente compite más significativamente con el cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

- DELANEY, S. D. And MORTON, C. S. (1996). A new broad-spectrum herbicide for citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 109: 51-52.
- GÓMEZ DE BARREDA, D. ; TORRES, V. (1983). Simulación de tratamientos herbicidas a través de goteros. I Congreso Nacional SECH. Valencia 1983. 1:247-252.
- GÓMEZ DE BARREDA, D. ; TORRES, V. (1984). Herbicación de goteros en huertos de agrios. Agrícola Vergel 26. 76-83.

- GÓMEZ DE BARREDA, D. (1994). Sistema de manejo del suelo en citricultura. Generalitat Valenciana. Consejería de Agricultura Pesca y Alimentación. Serie Divulgación Técnica nº 26 : 46, pp 386.
- GÓMEZ DE BARREDA, D. ; del BUSTO, A. ; CEBOLLA, V. and FERRER, P. (1996). Herbigation through drip irrigation systems in citrus orchards in Spain. Second Int. Weed Control Congress. Copenhagen. VIII, 1109-1113.
- GÓMEZ DE BARREDA, D. (1998). Herbicidas para plantaciones o doblados. Levante Agrícola 342 : 73-79.
- GÓMEZ DE BARREDA, D. ; LIDON, A. ; GÓMEZ DE BARREDA FERRAZ, D. ; GAMON, M. ; SAEZ, A. (1998). Características fisicoquímicas y biológicas que definen el comportamiento en el suelo de los fitosanitarios. Ediciones LAV, S.L. Jose M<sup>a</sup> Haro 51-1<sup>o</sup>. 46022. Valencia.
- IZQUIERDO, J. ; RECASENS, J. (1992). Efecto de la precipitación y de la temperatura en la germinación y mortalidad de las malas hierbas. Congreso 1992 de la SEMh. Lleida. 153-159.
- PASTOR, M. ; VALERA, A. (1992). Primeros resultados de un ensayo sobre la utilización de tiazopir a través de la instalación de riego por goteo. Congreso 1992 de la SEMh. Lleida. 263-268.

Summary: Relationship between the time of applying the herbicide during an irrigation and the efficiency of herbigation. An experiment has been conducted to know the best time to inject azafenedin with liners that have drippers of 2 and 8 l/h. The efficacy has been evaluated with two parameters: number and weight of the plant species found. Azafenedin performs almost equal with the two type of drippers. The one hour of irrigation before injection significantly decreases the biomass, but there are necessary two hours to reduce the number of weeds. Thirty minutes of water alone after the chemical application is enough to have an efficient herbigation. The weight is the parameter with more differences among treatments.

Key words: azafenedin, herbigation, injection

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Fumaria														
sp. 28	142,56	7	4,11	10	8,34	9	23,08	8	26,26	Urtica										
urens	32	24,34	77	23,06	31	4	3	1,72	11	1,84	Stellaria									
media	11	10,11	34	72,85	22	29,61	4	8,66	4	16,82	Chenopodium									
sp. 11	11,98	10	1,42	8	1,19	0	0	0	0	0	Papaver									
sp. 9	3,61	17	3,01	42	4,15	0	0	1	0,09	0	Sonchus									
sp. 2	0,11	1	0,23	3	0,13	0	0	0	0	0	Melilotus									
indica	5	0,48	4	0,34	1	0,03	2	0,08	1	0,08	Emex									
spinosa	0	0	3	1,07	1	0,06	9	25,84	0	0	Silene									
rubella	0	0	1	0,11	3	0,94	0	0	1	0,11	Otras	12	14,95	3	0,27	4	0,61	0	0	5
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Fumaria														
sp. 28	142,56	7	4,11	10	8,34	9	23,08	8	26,26	Urtica										
urens	32	24,34	77	23,06	31	4	3	1,72	11	1,84	Stellaria									
media	11	10,11	34	72,85	22	29,61	4	8,66	4	16,82	Chenopodium									
sp. 11	11,98	10	1,42	8	1,19	0	0	0	0	0	Papaver									
sp. 9	3,61	17	3,01	42	4,15	0	0	1	0,09	0	Sonchus									
sp. 2	0,11	1	0,23	3	0,13	0	0	0	0	0	Melilotus									
indica	5	0,48	4	0,34	1	0,03	2	0,08	1	0,08	Emex									
spinosa	0	0	3	1,07	1	0,06	9	25,84	0	0	Silene									
rubella	0	0	1	0,11	3	0,94	0	0	1	0,11	Otras	12	14,95	3	0,27	4	0,61	0	0	5
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Fumaria															
sp. 28	142,56	7	4,11	10	8,34	9	23,08	8	26,26	Urtica										
urens	32	24,34	77	23,06	31	4	3	1,72	11	1,84	Stellaria									
media	11	10,11	34	72,85	22	29,61	4	8,66	4	16,82	Chenopodium									
sp. 11	11,98	10	1,42	8	1,19	0	0	0	0	0	Papaver									
sp. 9	3,61	17	3,01	42	4,15	0	0	1	0,09	0	Sonchus									
sp. 2	0,11	1	0,23	3	0,13	0	0	0	0	0	Melilotus									
indica	5	0,48	4	0,34	1	0,03	2	0,08	1	0,08	Emex									
spinosa	0	0	3	1,07	1	0,06	9	25,84	0	0	Silene									
rubella	0	0	1	0,11	3	0,94	0	0	1	0,11	Otras	12	14,95	3	0,27	4	0,61	0	0	5
	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Fumaria																
sp. 28	142,56	7	4,11	10	8,34	9	23,08	8	26,26	Urtica										
urens	32	24,34	77	23,06	31	4	3	1,72	11	1,84	Stellaria									
media	11	10,11	34	72,85	22	29,61	4	8,66	4	16,82	Chenopodium									
sp. 11	11,98	10	1,42	8	1,19	0	0	0	0	0	Papaver									
sp. 9	3,61	17	3,01	42	4,15	0	0	1	0,09	0	Sonchus									
sp. 2	0,11	1	0,23	3	0,13	0	0	0	0	0	Melilotus									
indica	5	0,48	4	0,34	1	0,03	2	0,08	1	0,08	Emex									
spinosa	0	0	3	1,07	1	0,06	9	25,84	0	0	Silene									
rubella	0	0	1	0,11	3	0,94	0	0	1	0,11	Otras	12	14,95	3	0,27	4	0,61	0	0	5
	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Fumaria																	
sp. 28	142,56	7	4,11	10	8,34	9	23,08	8	26,26	Urtica										
urens	32	24,34	77	23,06	31	4	3	1,72	11	1,84	Stellaria									
media	11	10,11	34	72,85	22	29,61	4	8,66	4	16,82	Chenopodium									
sp. 11	11,98	10	1,42	8	1,19	0	0	0	0	0	Papaver									
sp. 9	3,61	17	3,01	42	4,15	0	0	1	0,09	0	Sonchus									
sp. 2	0,11	1	0,23	3	0,13	0	0	0	0	0	Melilotus									
indica	5	0,48	4	0,34	1	0,03	2	0,08	1	0,08	Emex									
spinosa	0	0	3	1,07	1	0,06	9	25,84	0	0	Silene									

rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Tratamiento 5 Fumaria sp. 28 142,56 7 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Fumaria sp. 28 142,56 7 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Fumaria sp. 28 142,56 7 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 28 142,56 7 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 7 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus

sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 4,11 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 10 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 8,34 9 23,08 8 26,26 Urtica  
 urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 9 23,08 8 26,26 Urtica urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 8 26,26 Urtica urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus

sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 26,26 Urtica urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Urtica urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Urtica urens 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 32 24,34 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 77 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene

rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 23,06 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 31 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 4 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 3 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 1,72 11 1,84 Stellaria  
 media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 1,84 Stellaria media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver

sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Stellaria media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Stellaria media 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 11 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 10,11 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 34 72,85 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 22 29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
 sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus

indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
29,61 4 8,66 4 16,82 Chenopodium  
sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
4 8,66 4 16,82 Chenopodium sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
8,66 4 16,82 Chenopodium sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
4 16,82 Chenopodium sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
16,82 Chenopodium sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
Chenopodium sp. 11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
11 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene

rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 11,98 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 10 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 1,42 8 1,19 0 0 0 0 Papaver  
 sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 8 1,19 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 1,19 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 0 Papaver sp. 9 3,61 17 3,01 42 4,15 0 0 1 0,09 Sonchus  
 sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus



rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Sonchus sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Sonchus sp. 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 2 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0,11 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 1 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0,23 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus  
 indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 3 0,13 0 0 0 0 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0,13 0 0 0 0 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 0 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 0 0 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 0 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 Melilotus indica 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene  
 rubella 0 0 1 0,11 3 0,94 0 0 1 0,11 Otras 12 14,95 3 0,27 4 0,61 0 0 5  
 5 0,48 4 0,34 1 0,03 2 0,08 1 0,08 Emex  
 spinosa 0 0 3 1,07 1 0,06 9 25,84 0 0 Silene





**TOTAL 110 208,14 157 106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción  
 respecto al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**TOTAL 110 208,14 157 106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto  
 al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**110 208,14 157 106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**208,14 157 106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**157 106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**106,47 125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**125 49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**49,06 27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**27 59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**59,38 31 49,59** % reducción respecto al  
 testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**31 49,59** % reducción respecto al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
**49,59** % reducción respecto al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 % reducción respecto al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 % reducción respecto al testigo 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 0 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 48,8 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 0 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 76,4 75,5 71,5 71,8 76,2  
 75,5 71,5 71,8 76,2  
 71,5 71,8 76,2  
 71,8 76,2  
 76,2

Tabla 2.- Numero y peso fresco en gramos de las especies encontradas en los goteros de 2 l/h.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	<i>Fumaria</i>								
<i>sp.</i>	129	181,34	24	20,09	50	41,40	49	45,20	53	142,17	<i>Urtica</i>			
<i>urens</i>	188	72,72	200	30,40	173	23,36	64	16,81	40	15,49	<i>Stellaria</i>			
<i>media</i>	36	32,24	212	188,79	141	138,22	14	21,45	21	31,50	<i>Chenopodium</i>			
<i>sp.</i>	261	67,46	28	4,33	11	2,02	47	4,86	5	2,59	<i>Papaver</i>			
<i>sp.</i>	21	6,55	94	8,81	106	13,78	14	2,34	7	0,78	<i>Sonchus</i>			
<i>sp.</i>	14	16,24	8	0,48	2	0,43	1	0,05	8	2,62	<i>Melilotus</i>			
<i>indica</i>	23	1,18	4	0,22	4	1,07	9	0,85	9	0,58	<i>Emex</i>			
<i>spinosa</i>	22	116,30	7	2,42	12	11,92	4	4,47	3	9,33	<i>Silene</i>			
<i>rubella</i>	3	2,49	23	2,81	8	1,13	0	0	1	0,13	Otras			
	16	13,96	14	4,84	14	2,61	3	1,25	4	2,64	<b>TOTAL</b>			
				<b>713</b>	<b>510,48</b>	<b>614</b>	<b>263,19</b>	<b>521</b>	<b>235,94</b>	<b>205</b>	<b>97,28</b>	<b>151</b>	<b>207,83</b>	
				% reducción	respecto al	testigo	13,89	48,44	26,92	53,78	71,24	80,94	78,82	59,28
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	<i>Fumaria</i>								

*sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Tratamiento 2 Tratamiento 3 Tratamiento 4 Tratamiento 5 *Fumaria*  
*sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Tratamiento 3 Tratamiento 4 Tratamiento 5 *Fumaria*  
*sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Tratamiento 4 Tratamiento 5 *Fumaria*  
*sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Tratamiento 5 *Fumaria*  
*sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*

*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Fumaria sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Fumaria sp.* 129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
129 181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
181,34 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 24 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 20,09 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 50 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 41,40 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**

% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 49 45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*

*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
45,20 53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
53 142,17 *Urtica*  
*urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
142,17 *Urtica urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Urtica urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Urtica urens* 188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*

*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
188 72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
72,72 200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
200 30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
30,40 173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
173 23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*

*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
23,36 64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
64 16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
16,81 40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
40 15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
15,49 *Stellaria*  
*media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*

*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Stellaria media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Stellaria media* 36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
36 32,24 212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
212 188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
188,79 141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*

*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
141 138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
138,22 14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
14 21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
21,45 21 31,50 *Chenopodium*  
*sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
21 31,50 *Chenopodium* *sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

31,50 *Chenopodium sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Chenopodium sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Chenopodium sp.* 261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
261 67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
67,46 28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
28 4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4,33 11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*

*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
11 2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
2,02 47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
47 4,86 5 2,59 *Papaver*  
*sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4,86 5 2,59 *Papaver* *sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
5 2,59 *Papaver* *sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
2,59 *Papaver* *sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

*Papaver sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Papaver sp.* 21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
21 6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
6,55 94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
94 8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
8,81 106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
106 13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
13,78 14 2,34 7 0,78 *Sonchus*  
*sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*

*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
14 2,34 7 0,78 *Sonchus sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
2,34 7 0,78 *Sonchus sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
7 0,78 *Sonchus sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
0,78 *Sonchus sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Sonchus sp.* 14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
14 16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
16,24 8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3

1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

8 0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0,48 2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

2 0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0,43 1 0,05 8 2,62 *Melilotus*  
*indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

1 0,05 8 2,62 *Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0,05 8 2,62 *Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

8 2,62 *Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

2,62 *Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

*Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

*Melilotus indica* 23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
23 1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
1,18 4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4 0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
0,22 4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4 1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
1,07 9 0,85 9 0,58 *Emex*  
*spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
9 0,85 9 0,58 *Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
0,85 9 0,58 *Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
9 0,58 *Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
0,58 *Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

*Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Emex spinosa* 22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
22 116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
116,30 7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
7 2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
2,42 12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
12 11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
11,92 4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4 4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
4,47 3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
3 9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
9,33 *Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
% reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
*Silene*  
*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3

1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

*Silene*

*rubella* 3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

3 2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4  
 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** %  
 reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

2,49 23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,  
 64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** %  
 reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

23 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64  
 2,81 8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TO**  
**TAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción  
 respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

8 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL**  
 1,13 0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713**  
**510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0 0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,**  
**48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0 1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48**  
**614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

1 0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 6**  
**14 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

0,13 Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614**  
**263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,1**  
**9 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

Otras 16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19**  
**521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

16 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521**  
 13,96 14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,**  
**94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

14 4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205**  
**97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

4,84 14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97**  
**,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

14 2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 1**  
**51 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28

2,61 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151**  
 3 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,8**  
**3** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 1,25 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83**  
 4 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** %  
 reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 2,64 **TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** %  
 reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción  
 respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**TOTAL 713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción  
 respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**713 510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**510,48 614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**614 263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**263,19 521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**521 235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**235,94 205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**205 97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**97,28 151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**151 207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
**207,83** % reducción respecto al  
 testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 % reducción respecto al testigo 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 13,89 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 48,44 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 26,92 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 53,78 71,24 80,94 78,82 59,28  
 71,24 80,94 78,82 59,28  
 80,94 78,82 59,28  
 78,82 59,28  
 59,28

Tabla 3.-Numero y peso fresco en gramos de las especies encontradas en los goteros de 8 l/h.

## **VARIABILIDAD ESPACIAL EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO Y GIRASOL**

F. LÓPEZ-GRANADOS, M. JURADO-EXPÓSITO, L. GARCÍA-TORRES,  
A. GARCÍA-FERRER(\*) y M. SÁNCHEZ DE LA ORDEN (\*)

Instituto de Agricultura Sostenible/CSIC,

Apdo 4084, 14080-Córdoba. E-mail: cs9logrf@uco.es

(\*)Dpto. Ingeniería Gráfica: Ingeniería y Sistemas de Información Cartográfica

E.T.S.I. Agrónomos y Montes (Universidad de Córdoba)

Apdo.3048, 14080 Córdoba

Resumen: El estudio de la variabilidad espacial del rendimiento de los cultivos es esencial en la experimentación en agricultura de precisión. Los mapas de cosecha son muy útiles para detectar la zonificación de los rendimientos de cada parcela, con el fin de poder tomar decisiones para maximizar la eficiencia productiva.

Palabras clave: agricultura de precisión, cartografiar, optimización de insumos, rodales.

### **INTRODUCCIÓN**

La agricultura extensiva ha sido siempre una técnica poco precisa y el agricultor ha tomado decisiones generales para cada cultivo en prácticamente todas las parcelas de su finca, aunque éstas sean muy heterogéneas y carezcan de uniformidad espacial. Todavía hoy se sigue abonando de igual modo una parcela que produce 5000 kg/ha de cereal y otra adyacente que produce 2500 kg/ha (obviamente con menor techo productivo) aunque esta diferencia se deba por ejemplo, a una peor estructura y composición del suelo. Los factores que presentan gran variabilidad espacial y que influyen en el rendimiento son muy diversos: drenaje, pH, tipo de suelo, contenido de nitrógeno, fósforo o potasio, daños causados por uso inadecuado de herbicidas, presencia de rodales de malas hierbas o nascencia irregular del cultivo (GERHARDS et al., 1996; ROBERT et al., 1996; DAMPNEY et al., 1997; DAWSON y JOHNSTON, 1997; LARK, 1997). Por tanto, la determinación de la heterogeneidad espacial en la cosecha de un cultivo debe implicar un conocimiento exhaustivo de cada uno de los factores que influyen en ésta. Sin embargo, hasta hace pocos años en los estudios de agronomía y otras disciplinas no se podía abordar la variabilidad espacial de un campo en los aspectos de interés por falta de una tecnología fácilmente disponible y precisa.

A través de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) junto con programas informáticos procesadores de información espacial (Sistemas de Información Geográfica, SIG), es posible estudiar la variabilidad espacial de un campo y obtener mapas que visualizan la zonificación de los factores a estudiar (JOHNSON y BICKELL, 1996; LANGE, 1996; SCHEPERS et al., 1996). El objetivo global perseguido por la agricultura de precisión es conseguir maximizar la eficiencia productiva en cada situación, obteniendo un mayor beneficio económico y medioambiental, ya que la dosis de siembra, labores, riegos y las aplicaciones de insumos (fertilizantes, correctores de suelo y fitosanitarios) se realizan de forma selectiva y dirigida en cada punto del terreno (BLACKMER et al., 1996; STATTFORD y MILLER, 1996). En esta comunicación presentamos un análisis preliminar de la relación entre la variabilidad de cosecha en cultivos de trigo y girasol y las características físico-químicas del suelo. Este análisis forma parte de un conjunto más amplio de experimentos en varias localidades en las que pretendemos establecer una guía de aplicación dirigida de insumos y a su vez un estudio de la distribución y dispersión de las poblaciones de las malezas dominantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Fincas de estudio.** Desde abril de 1998 se están realizando estudios en 6 fincas (con un promedio de 35 hectáreas), 3 de trigo y 3 de girasol situadas en 3 localidades: Montoro (Córdoba), Arahal (Sevilla) y La Luisiana (Sevilla). Cada cultivo se recolectó con la cosechadora de precisión FieldStar de AGCO Iberia/Massey Fergusson que posee un medidor de cosecha en tiempo real formado por un calibrador de cosecha y un sistema DGPS para determinación de la situación del dato de cosecha. Los datos de producción se distribuyeron por intervalos y se interpolaron para obtener un mapa de cosecha representando cada intervalo en un gradiente de color.

**Muestreo de suelo.** En noviembre/1998 y febrero/1999 y antes de la siembra del cultivo correspondiente en cada rotación, se realizó un muestreo de suelo seleccionando sobre el mapa de cosecha las áreas en las que la producción presentaba mayor variabilidad espacial. Es decir, puntos que estando próximos presentaban intervalos de cosecha máximos y mínimos. Sobre el mapa se seleccionaron 14 puntos de muestreo /ha en 6 has (84 puntos de muestreo, ver Fig 1). Una vez en el campo cada punto de muestreo se georreferenció con un DGPS (Trimble Navigation) para determinar su posición y, a través del SIG ArcView, poder incorporar dicha información en el mapa de cosecha correspondiente. En cada punto se trazó un cuadrado imaginario de 2m de lado y se tomaron 500g de suelo de cada vértice y del punto central. Este proceso se realizó a 2 profundidades: superficial (5-10cm) y profunda (25-30cm). El suelo correspondiente a cada profundidad se mezcló manualmente en un recipiente tomándose unos 500g de esta mezcla para su posterior análisis. Las muestras se mantuvieron a 4°C hasta su posterior determinación. El análisis de cada punto de muestreo fue llevado a cabo por el Laboratorio Agronómico de Fertiberia e incluyó determinación de: textura (arena, limo y arcilla), pH, conductividad, materia orgánica, fósforo, potasio, nitrato, nitrito y amonio.

**Muestreo de malas hierbas.** De abril a mayo/1999 y después de las lluvias de primavera, se muestrearon las malas hierbas dominantes que escaparon al control herbicida en la misma zona en la que se realizó el muestreo de suelo. La emergencia de las malas hierbas se georreferenció con el DGPS citado anteriormente con el fin de elaborar un perfil preciso de cada microparcela en cuestión y ver la existencia o no de rodales y su evolución espacio-temporal durante las tres campañas del estudio. De igual manera, el perímetro de cada parcela se midió con GPS para archivar las coordenadas geográficas de cada punto que esté en el interior de dicho perímetro. Estos datos nos servirán para dividir cada campo en microparcels y estudiarlas global e individualmente. La información de los muestreos de suelo fue utilizada (interpolaciones: programa *Surfer*) para obtener mapas de isolíneas para cada variable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos de variabilidad en el rendimiento de trigo y girasol. Los mapas de rendimiento de ambos cultivos en El Caracol (Arahal, Sevilla) se muestran en la Fig 2.

Tabla 1. Variabilidad en el rendimiento de los diferentes cultivos y localidades de Andalucía.

Localidades/ Fincas	Cultivo	Cosecha Media	-kg/ha-	Rango de cosecha		
Cultivo	Cosecha Media	-kg/ha-	Rango de cosecha			
Cosecha Media	-kg/ha-	Rango de cosecha				
Rango de cosecha (máximo/mínimo)						
-kg/ha-	Coefficiente					
Coefficiente	de variación					
-%-	Superficie cosechada					
Superficie cosechada	-has-	Montoro (Córdoba)/				
Montoro (Córdoba)/						
Montoro (Córdoba)/						
El Cabello	Trigo	1.484	2.100 / 600	29.3	17	Girasol
Trigo	1.484	2.100 / 600	29.3	17		Girasol
1.484	2.100 / 600	29.3	17			Girasol
2.100 / 600	29.3	17				Girasol
29.3	17					Girasol
17						Girasol
	Girasol					
	Girasol					
	Girasol					
2.025	3.000 / 1.000	27.6	38			El Arahal (Sevilla) /
2.025	3.000 / 1.000	27.6	38			El Arahal (Sevilla) /
3.000 / 1.000	27.6	38				El Arahal (Sevilla) /
27.6	38					El Arahal (Sevilla) /
38						El Arahal (Sevilla) /
	El Arahal (Sevilla) /					
	El Arahal (Sevilla) /					
El Caracol	Trigo	1.863	2.700 / 900	21.3	33	Girasol
Trigo	1.863	2.700 / 900	21.3	33		Girasol
1.863	2.700 / 900	21.3	33			Girasol
2.700 / 900	21.3	33				Girasol
21.3	33					Girasol
33						Girasol
	Girasol					
	Girasol					
	Girasol					
3.264	4.400 / 1600	22.7	40			La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo
1000	26.7	34				Girasol
3.264	4.400 / 1600	22.7	40			La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo
1000	26.7	34				Girasol
4.400 / 1600	22.7	40				La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo
1000	26.7	34				Girasol

22.7 40 La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo 1.863 2.400 /  
 1000 26.7 34 Girasol  
 40 La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo 1.863 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo 1.863 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 La Luisiana (Sevilla)/ Castillo de la Monclova Trigo 1.863 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 Trigo 1.863 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 1.863 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 2.400 / 1000 26.7 34 Girasol  
 26.7 34 Girasol  
 34 Girasol  
 Girasol  
 Girasol  
 Girasol  
 1.891 2.500 / 800 16.7 42  
 1.891 2.500 / 800 16.7 42  
 2.500 / 800 16.7 42  
 16.7 42  
 42

En los mapas de rendimiento (Fig 2) se pueden apreciar claramente zonas de mayor rendimiento (a veces hasta 1000 kg ha<sup>-1</sup> de diferencia) representados por tonos oscuros y de menor producción (tonos claros). En general, la variabilidad en el rendimiento es muy acusada en todas las parcelas, con coeficientes de variación superiores al 20% en la mayoría de los casos. La zonificación de las diferencias en la producción son atribuibles a la diversidad de tipos/calidad de suelo e infestaciones de malezas, entre otras. Es obvio el interés de perfilar las variables que influyen en las diferencias de producción, lo que puede redundar en un claro beneficio para el agricultor.

En la Fig 3 se presenta la variabilidad de los distintos parámetros edáficos estudiados referido al muestreo de suelo realizado en trigo en Arahal (Sevilla). Como era de esperar los distintos parámetros edáficos estudiados, muestran una alta variabilidad en sus intervalos. La Fig 4 muestra la variabilidad espacial del pH y del contenido de Nitratos y fósforo (mapa de isóneas obtenido a través de interpolaciones).

Actualmente se está procesando la información referente al resto de muestreos de suelo y a la emergencia de malas hierbas, con el fin de poder obtener los parámetros bióticos (malas hierbas) y abióticos (edáficos) que nos permitan corregir en lo posible las deficiencias productivas que se observan en algunas zonas de las parcelas estudiadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los empresarios agrícolas D. Iván de Arteaga (Castillo de La Monclova, Luisiana, Sevilla). D. José Guillén (El Caracol, Arahal, Sevilla) y a D. Emilio Navarro (El Cabello, Montoro, Córdoba).

## BIBLIOGRAFIA

- BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. (1996). Making site specific nitrogen fertilizer recommendations for corn. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 575-576.
- DAMPNEY, P.M.R., FROMENT, M.A.; DAWSON, C.J. (1997). The variability of pH and available phosphorus, potassium and magnesium in soils within arable fields in England. Proceedings of Precision Agriculture, 2 volúmenes: vol I: Spatial variability in soil and crop, vol II: Tecnología, IT and Management, Ed John V. Stafford, Warwick, Reino Unido. 79-86.
- DAWSON, C.J.; JOHNSTON, A.E. (1997). Aspects of soil fertility in the interpretation of yield maps as an aid to precision farming. Proceedings of Precision Agriculture, 2 volúmenes: vol I: Spatial variability in soil and crop, vol II: Tecnología, IT and Management, Ed John V. Stafford, Warwick, Reino Unido. 87-94.
- GERHARDS, R., MORTENSEN, D.A.; WYSE-PESTER, D.Y. (1996). Spatial stability of weed patches in agricultural fields. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 495-504.
- JOHNSON, G.A.; BICKELL, M.D. (1996). Using DGPS and GIS for knowledge-based precision agriculture applications. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 589-590.
- LANGE, A.F. (1996). Centimeter accuracy differential GPS for precision agricultural applications. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 675-680.
- LARK, R.M. (1997). Variation in soil conditions and crop performance. Proceedings of Precision Agriculture, 2 volúmenes: vol I: Spatial variability in soil and crop, vol II: Tecnología, IT and Management, Ed John V. Stafford, Warwick, Reino Unido. 127-136.
- ROBERT, M., LEQUINTREC A., BOISGONTIER D.; GRENIER G. (1996). Determination of field and cereal crop characteristics for spatially selective applications of nitrogen fertilizers. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 541-552.
- SCHEPERS, J.S., BLACKMER, T.M. SHAH, T.; CHRISTENSEN, N. (1996). Remote sensing tools for site specific management. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 315-320.
- STATTFORD, J.V.; MILLER, P.C.H. (1996). Spatially variable treatment of weed patches. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference of Precision Farming, Minneapolis, Minnesota, USA. 315-320.

Summary: Spatial variability of wheat and sunflower yields. The study of the yield spatial variability of crops is essential and the starting point to work in precision farming. The yield maps are useful to determine the areas with maximum and minimum production. A sampling of weeds and of soil to study pH, texture, conductivity, organic matter and the content of N, P, K of these areas can offer the possibility of optimizing the use of inputs.

Key words: precision agriculture, mapping, optimum management of inputs, patches.

Fig 1. Localización de los puntos de muestreo de suelo llevados a cabo en la finca El Caracol I (Arahal, Sevilla), a) trigo, b) girasol.

Fig. 2. Mapas de rendimiento de a) trigo (33 ha.) y b) girasol (40 ha.) obtenidos en El Caracol (Arahal, Sevilla)

Fig 3. Variabilidad (% de frecuencia) de los parámetros edáficos correspondientes al muestreo de suelo llevado a cabo en trigo en El Caracol (Arahal, Sevilla). Los distintos parámetros están expresados en las siguientes unidades: materia orgánica y textura (arena, limo y arcilla) en %, conductividad en milisimens/cm; Fósforo, Nitratos, Nitritos y Amonio en ppm; y Potasio en mil equivalentes/100 gr.

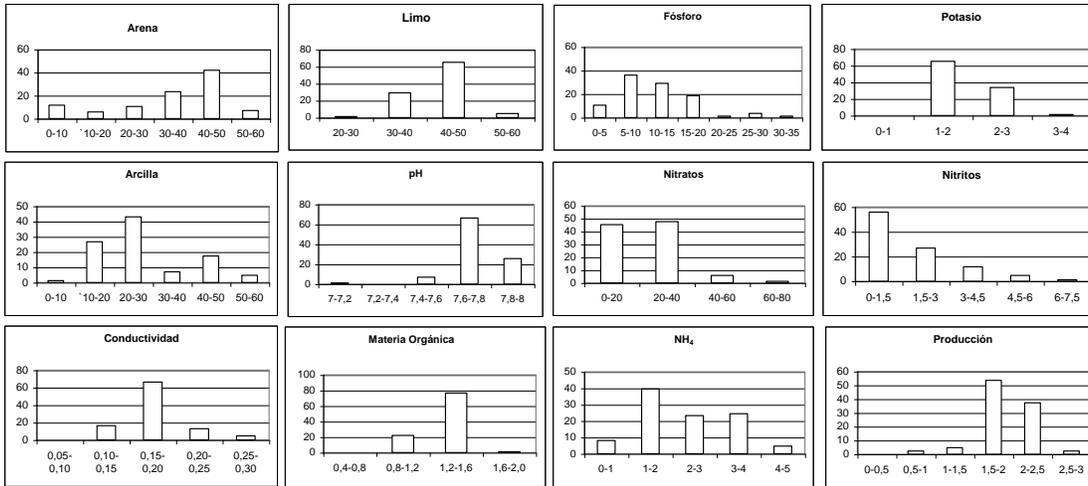
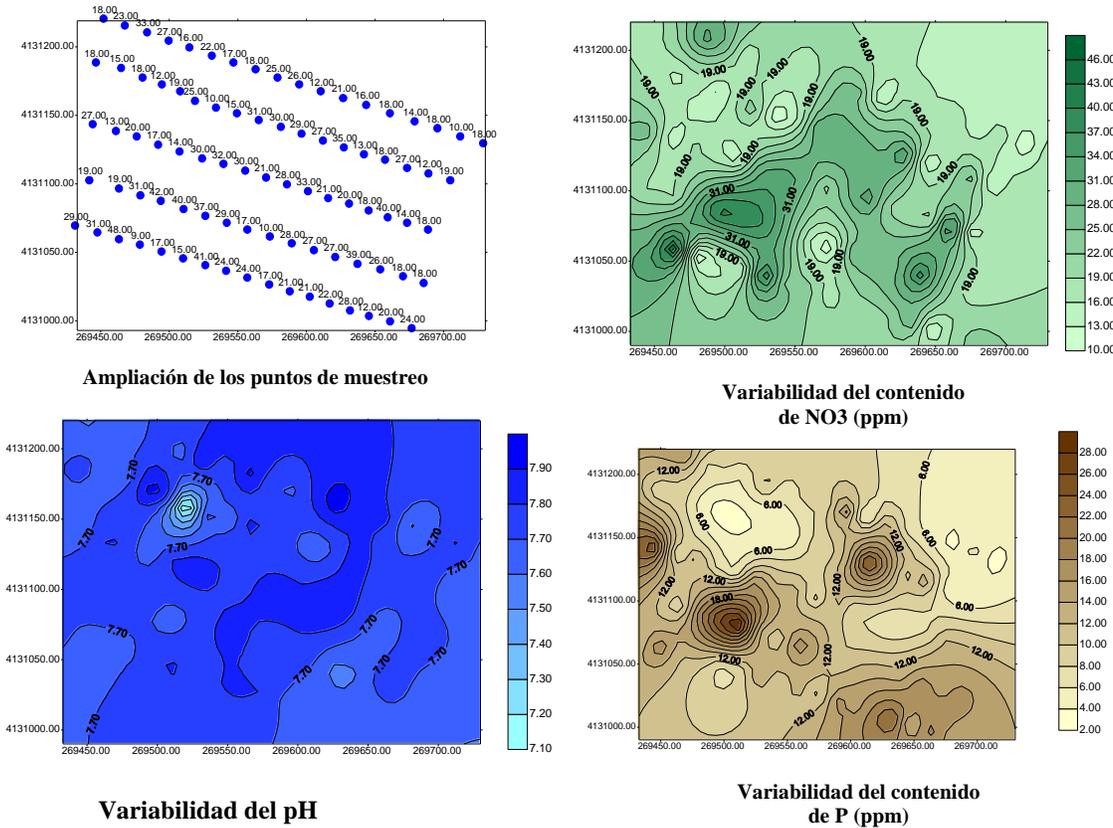


Fig 4. Mapas de isóneas (obtenidos por interpolación) para visualizar la variabilidad espacial del pH, del contenido en Nitratos (NO<sub>3</sub>) y fósforo (P) en El Caracol (Arahal, Sevilla).





**“INFLUENCIA DE LA REGULACIÓN DE UN PULVERIZADOR HIDRÁULICO  
EN LA HOMOGENEIDAD DE REPARTO DE LOS HERBICIDAS”**

J. A. BOTO, F. J. LÓPEZ

Dpto. Ingeniería Agraria. Universidad de León. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. Avda. Portugal, 41.- 24071 León

Resumen: La aplicación en pulverización de herbicidas tiene una gran transcendencia tanto desde el punto de vista de la eficacia de los tratamientos como de la seguridad a las personas y la protección al medio ambiente. Uno de los aspectos más importantes en la eficacia y seguridad de estos tratamientos es la homogeneidad en el reparto del producto, aspecto que depende, básicamente, de la regulación de la máquina.

## **INTRODUCCIÓN**

Dentro de la agricultura actual, donde se consideran objetivos prioritarios la rentabilidad de los productos obtenidos (ingresos obtenidos/costes de producción) y la minoración de los riesgos hacia las personas y el medio en que se desarrolla la actividad, la aplicación de herbicidas adquiere una gran importancia.

Se puede decir que existe una cultura de los herbicidas, en la que técnicos y agricultores se preocupan por los formulados disponibles, agentes que controlan, modo de acción, dosis de aplicación, etc. Sin embargo, parece no existir igual preocupación por las técnicas de aplicación, de forma que en la mayoría de los casos se da por supuesto que las aplicaciones se hacen correctamente y que los resultados no se ven influenciados por ellas. Sin embargo, el fracaso de algunos tratamientos se debe más a una mala aplicación que a la ineficacia del producto o, dicho de otro modo, un determinado nivel de eficacia se puede obtener utilizando menor cantidad de producto haciendo una aplicación correcta (DOWNER, 1997)

En la aplicación de herbicidas, los pulverizadores hidráulicos son los equipos más utilizados (BOTO y LÓPEZ, 1999). Estos equipos presentan un elevado nivel tecnológico que les capacita para realizar tratamientos "prácticamente perfectos", siempre que las personas que los utilicen conozcan su funcionamiento y regulación. Sin embargo, muchos de los equipos presentan grandes deficiencias, lo que sumado a una mala utilización, provoca malos resultados en la eficacia de los tratamientos e incluso importantes problemas de seguridad hacia las personas y el medio ambiente (BJUGSTADT, 1998).

En este trabajo se pretende poner de manifiesto la importancia de la regulación de las máquinas en la homogeneidad en el reparto del producto sobre una superficie plana, aspecto fundamental en la mejora de la eficacia de los tratamientos herbicidas y en la reducción de riesgos de contaminación ambiental.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para analizar la homogeneidad del reparto del líquido sobre la superficie de aplicación, se utilizó el pulverizador hidráulico disponible en la E.S.T.I.A. de la Universidad de León (modelo Hardi NK).

El equipo permite una regulación de la presión con una válvula de presión (sistema de caudal constante) o con una válvula de caudal (sistema de caudal proporcional al régimen del motor), y una barra distribuidora (sin estabilización) de 9,5 m de ancho (10 m de trabajo) dotada de boquillas de hendidura de 110° separadas 0,5 m y roscadas a los portaboquillas.

Las boquillas emiten 1,1 l/min a 3 bar (presión en el ensayo). Se dispuso de un banco portátil para la medida de la distribución de líquido con separación de canales de recogida de 50 mm. Además se dispuso de un tacómetro digital, cronómetro, cinta métrica y transportador para medir el ángulo de inclinación del abanico de la boquilla.

Para valorar la homogeneidad en el reparto del líquido se consideró la distribución en la dirección de avance y en la perpendicular a ella; la primera se analizó a través de la regulación del distribuidor y en la dirección perpendicular a través del reparto en la barra de distribución. Para el análisis se compararon dos situaciones.

La **primera** se correspondió con la simulación de una situación de trabajo real tomada de una aplicación por un agricultor, manteniendo las características de funcionamiento comprobadas. La regulación de la presión se hizo con la válvula de presión y la orientación de las boquillas en la barra distribuidora no presentaba ningún orden, midiendo los ángulos formados entre la barra y la hendidura de las boquillas. La altura media de la barra sobre la superficie del suelo fue de 40 cm. La **segunda** se correspondió con una regulación supuestamente correcta, fijando la presión con la válvula de caudal del distribuidor y orientando todas las boquillas con el ángulo recomendado (10°). La altura de trabajo fue de 50 cm.

En la regulación para ambos casos se utilizó una presión de 3 bar obtenida a 2.200 r/min del motor del tractor (503 r/min al eje de t. de f.). Se midió la velocidad real del tractor con la máquina al régimen indicado (2.200 r/min) con una marcha determinada, el régimen en la t. de f. y el caudal de las boquillas. Se hicieron las mismas comprobaciones variando el régimen de funcionamiento del tractor, utilizando respectivamente 2.000 y 2.400 r/min.

Se midió la distribución del líquido aportada por 10 boquillas consecutivas de la barra de distribución, en cada uno de los dos supuestos iniciales, trabajando con el motor a 2.200 r/min. La valoración de homogeneidad se realizó sobre la longitud definida por los ejes verticales que definen la 1ª y 10ª boquilla respectivamente.

## RESULTADOS

**Homogeneidad en la dirección de avance.** Se tienen en cuenta las siguientes expresiones:

$$q = D \cdot v \cdot a \quad (1)$$

Siendo: “q” el caudal de una boquilla, “D” la dosis, “v” la velocidad, y “a” la separación entre boquillas.

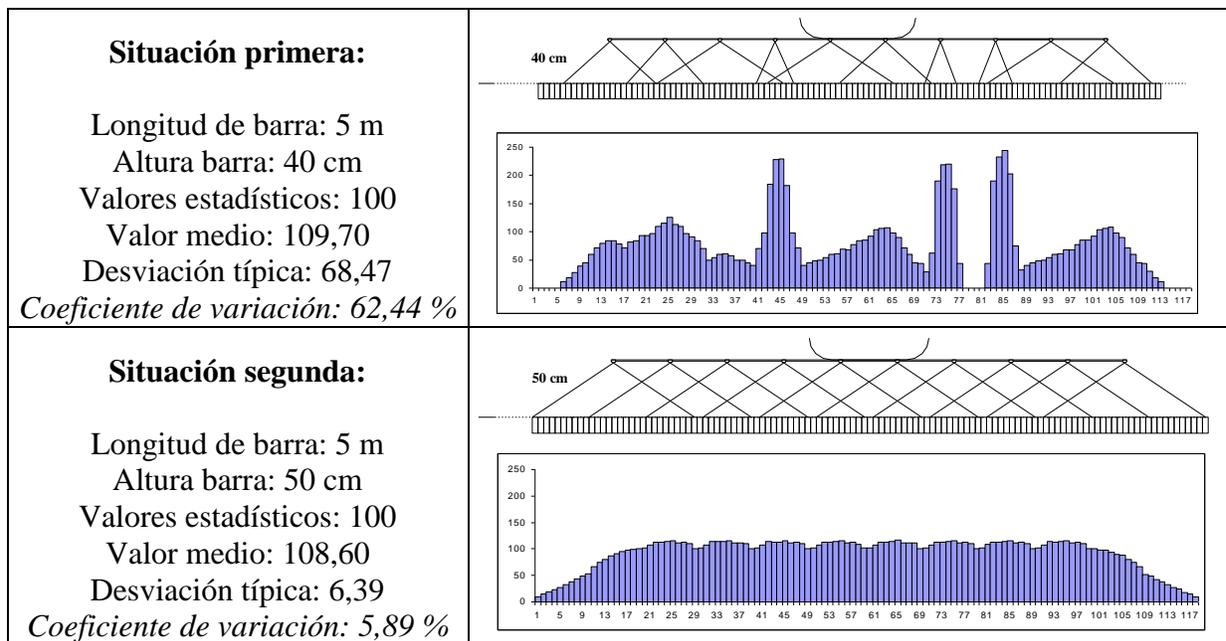
$$\frac{q_1^2}{q_2^2} = \frac{p_1}{p_2} \quad (2)$$

Siendo “q<sub>1</sub>” y “q<sub>2</sub>” los caudales obtenidos a la presión 1 y la presión 2, y “p<sub>1</sub>” y “p<sub>2</sub>”, las presiones de trabajo.

Los resultados de la regulación, y el reparto en la dirección de avance son los siguientes:

Régimen motor (r/min)	Régimen t. de f. (r/min)	Velocidad (km/h)	Caudal (l/min)		Dosis (l/ha)	
			primera	segunda	Primera	segunda
2.000	457	5,6	1,05	0,99	225	213
<b>2.200</b>	<b>503</b>	<b>6,2</b>	<b>1,10</b>	<b>1,10</b>	<b>213</b>	<b>213</b>
2.400	548	6,8	1,15	1,21	203	213

**Homogeneidad en la dirección perpendicular al avance.** A continuación se resumen los resultados de las dos situaciones presentadas:



## DISCUSIÓN

**Distribución del líquido en la dirección de avance.** Las variaciones de régimen del motor del tractor, modifican el caudal proporcionado por la bomba del pulverizador, lo que a su vez genera alteraciones de presión en el circuito del líquido que se transforman en variaciones de caudal de las boquillas.

En la situación primera, en la que la presión se fijó con una válvula de presión, las variaciones de caudal que se generaron en el líquido no compensaron los incrementos de velocidad de desplazamiento y, como consecuencia, se produjo una modificación en la dosis al variar la velocidad de avance. Se ha comprobado como para variaciones de régimen del motor en un rango de 400 r/min varió el volumen de aplicación en 22 l/ha, es decir, en un 10,3% del volumen de aplicación medio.

**Distribución del líquido en la dirección perpendicular al avance.** Una distribución como la reflejada en la situación primera puede dejar sobre el terreno bandas sin tratar o con doble o triple cantidad de producto, llevando respectivamente, a zonas donde no se aprecia el efecto del herbicida y zonas donde provocaría una sobredosificación. El coeficiente de variación de los valores registrados en la primera situación fue de 62,44 frente a un 5,89 de la situación que representó un ajuste correcto del equipo.

Los resultados demuestran la importancia de la regulación de las máquinas en la homogeneidad del reparto del líquido y por tanto en su eficacia. Las situaciones presentadas pueden simular aplicaciones reales en las explotaciones agrarias, aunque en ellas no siempre se dispone de un equipo en buen estado de funcionamiento.

## CONCLUSIONES

Para obtener un nivel de homogeneidad elevado en una aplicación de herbicida líquido por pulverización hidráulica en el sentido del avance es preciso controlar el trabajo del distribuidor quien regula la presión de trabajo de las boquillas.

En el caso de la homogeneidad en la perpendicular al avance, ésta debe controlarse atendiendo a la barra de distribución en lo que respecta a la horizontalidad de la barra, a la altura de la misma respecto al terreno, y de forma especial al ángulo formado por el plano de pulverización de las boquillas y la perpendicular al avance.

## BIBLIOGRAFÍA

- BJUGSTADT, N. (1998).- Control of crop sprayers in Norway. Paper 98-A-025. Congreso EurAGEng 1998. Oslo.
- BOTO, J.A. ; LÓPEZ, F.J. (1.999).- La aplicación de fitosanitarios y fertilizantes. Ed. Universidad de León. León
- DOWNER, R.A. (1997).- Herbicide spray distribution, quality and efficacy interactions: conflicts in requirements. Aspects of applied biology, nº 48, p 79-89. Bristol, UK.

## SUMMARY.

Influence of hydraulic sprayer regulation on herbicide homogeneity distribution

Herbicide spraying has a great importance, not only from treatment efficacy point of view, but also human safety as well as environmental protection. One of the most relevant facts concerning efficacy and safety in herbicide spraying is uniformity on treatment surfaces. This fact depends basically on spraying equipment regulations.

Key words. Calibration, spraying nozzles, treatments.

**EFICACIA HERBICIDA EN EL CONTROL DE *Abutilon theophrasti* M. EN ALGODÓN EN EL VALLE GUADALQUIVIR.**

CORTÉS. J.A. (\*), CASTEJÓN.M.(\*\*), MOREJÓN, B.(\*), MENDIOLA, A.(\*\*\*),  
(\* Sanidad Vegetal. Delegación de Agricultura. Sevilla.  
(\*\*) C.I.F.A. Las Torres-Torremejil. Deleg. Agric. Sevilla  
(\*\*\*) E.T.A. Ingenieros Agrónomos. 28040-Madrid

Resumen: En 1996 y 1997, se han llevado a cabo estudios de campo en varias localidades del valle del Guadalquivir, para determinar la eficacia en el control de abutilon por diferentes aplicaciones de preemergencia, así como la tolerancia por el cultivo del algodón. En general, la fitotoxicidad ocasionada en el cultivo y el control varió según la dosis herbicida utilizada y la textura del suelo. Tratamientos con pendimetalina a la dosis mayor (1.7kg/ha) dieron un control medio-alto, sin embargo esta aplicación produjo un daño en el cultivo de recuperación dudosa. Aplicaciones de cianazina a 2.3 kg/ha en algodón sin plástico mostraron un control excelente (100%) con una fitotoxicidad media. Tratamientos a la misma dosis en algodón bajo plástico ocasionaron una fitotoxicidad elevada.

Palabras claves: Algodón, herbicidas, tolerancia, Valle del Guadalquivir, cianazina, dinitramina, metolacoloro, prometrina, fluometuron, trifluralina, pendimetalina.

## INTRODUCCIÓN

*Abutilon theophrasti* M es una mala hierba anual, que al igual que el algodón pertenece a la familia de las Malváceas y que infesta en el Valle del Guadalquivir los cultivos de algodón, maíz, patata y girasol de regadío, y comienza a introducirse en los de cítricos, melocotonero y espárrago. De todos los cultivos citados, el algodón es el que mayor superficie ocupa actualmente, adquiriendo una gran importancia económica en el Valle del Guadalquivir (RODRIGUEZ *et al.*, 1998).

La incidencia de esta mala hierba se ha visto incrementada notablemente a partir de su introducción en esta zona, a principios de los ochenta, (CORTÉS *et al.*,1998). Por ello el abutilon se ha convertido en un problema, al que el cultivador del algodón tiene un temor acentuado.

La dificultad del control de esta maleza se basa en sus características biológicas, ya que escapa a los herbicidas de uso común como consecuencia de su tolerancia. La erradicación de abutilon, una vez presente en el banco de semillas del suelo, se hace muy difícil debido a la gran viabilidad de sus semillas en el terreno, a su elevado grado de latencia y a la nacencia escalonada (SAAVEDRA *et al.*, 1995). Incluso las plantas retrasadas que producen escasas cápsulas con semillas pueden asegurar la producción de éstas, por lo que para prevenir la producción de semillas en campos de reciente infestación el único método de control es su eliminación manual (SATTÍN *et al.*, 1992).

Las plantas de abutilon de gran desarrollo son capaces de producir más de 8.000 semillas por planta, que pueden permanecer viables más de 40 años (TOOLE y BROWN). 1946. Las cápsulas con semillas flotan en los canales de riego y las producidas en los terrenos incultos próximos a estas conducciones, hacen posible la invasión de parcelas aguas abajo. Las semillas también se dispersan por el estiércol y el purín (SAAVEDRA *et al.* 1995).

Diversos métodos de control de abutilon junto con su problemática han sido objeto de varias revisiones bibliográficas (BLUMENFELD *et al.*, 1984; MILLS *et al.*, 1989; BUHLER *et al.*, 1990; LUESCHEN *et al.*, 1993; BENVENUTI *et al.*, 1994). Se han ensayado distintos métodos para controlar esta mala hierba, tales como la utilización de diversas prácticas culturales, el uso de herbicidas y el control biológico; no obstante la mayor parte de estos resultan poco efectivo o ineficaces.

El objetivo general de este trabajo consiste en estudiar el comportamiento de diferentes herbicidas de preemergencia, en cuanto a su eficacia en el control de *A. theophrasti* y su selectividad en algodón. El objetivo específico es emplear diferentes dosis y en diferentes ambientes, tanto bajo plástico como sin plástico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en diversas localidades: Sevilla y Burguillos en 1996 y Coria y Alcalá del Río en 1977. Los datos concretos de suelos, emplazamiento, fecha de siembra. etc..están descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Características del ensayo

LOCALIDAD	SEVILLA	BURGUILLOS	CORIA RÍO	ALCALÁ RÍO
Año	1996	1996	1997	1997
Finca	Quintillo	Recaredo	Sta. Eufemia	Las Torres
Emplazamiento	37°N	37°4'N	37°18'N	37°31'N
	5°57'O	5°56'O	6°2'O	5°58'O
Tipo de suelo	Franco-arcilloso	Franco-arcillo- limoso	Franco-arcillo- limoso	Franco-limoso
Fecha de siembra	1-6	5-6	14-4	16-4
Variedad	Coker310	Coker310	Crema111	Crema111
Densidad	20	20	20	20
plantas/m <sup>2</sup>				
Distancia entre líneas(m)	0,95	0,95	0,95	0,95
Dispositivo experimental	Bloque alazar	Bloque alazar	Bloque alazar	Bloque alazar
Tamaño parcela m <sup>2</sup>	20 (4x5)	20 (4x5)	32 (4x8)	32 (4x8)
Rajado del plástico	7-8/VI	11/VI	26/IV y 5/V	28/IV y 5/V
Eliminación del plástico	10/VI	12/VI	12/V	13/V(*)

(\*) También tuvo ensayo sin plástico de igual fecha de siembra.

Los tratamientos se efectuaron con un pulverizador experimental de 10 litros de capacidad, provisto de una única boquilla de abanico plano, con consumo de 280 l/ha a baja presión (2-2,5 kg/cm<sup>2</sup>), a primera hora de la mañana para evitar los efectos de la brisa y deriva de productos, y posteriormente se incorporaron al suelo aquellos productos que lo requirieron. En los casos de cultivo bajo plástico, para una correcta aplicación de los tratamientos se levantó este por uno de los lados en cada banda, lo que sirvió de protección, volviéndose a colocar para que el surco de siembra quedase totalmente sellado.

En todas las localidades seleccionadas, los ensayos se llevaron a cabo bajo plástico, además de Alcalá y Cória en 1.997 donde también se sembró algodón sin plástico. Siendo uno de los objetivos el control del abutilon, en 1.996 se eligieron las dosis recomendadas sin plástico (d.r.s.p.), aplicandolas en siembra bajo el mismo. En 1.997 en cultivo bajo plástico se eligieron tres dosis: en suelo ligero la menor o mitad de la d.r.s.p. y la intermedia o tres cuartos de la d.r.s.p.; en suelo pesado la intermedia (3/4 d.r.s.p., y la mayor equivalente a la d.r.s.p.).

En 1.996 se estimó la tolerancia del algodón evaluando la fitotoxicidad del algodón a los 31 DDT (días después del tratamiento); en 1.997 a los 14 y 21 D.D.T. empleando una escala de 0-10 donde: 0 = plantas sin daño; 1 = ligera decoloración; 2 = decoloración o depresión perceptible; 3 = daño muy leve; 4 = daño claramente apreciable, aunque recuperable; 5 = daño de recuperación dudosa; 6 = daño no recuperable; 7 = daño muy importante; 8 = plantas casi destruidas; 9 = plantas completamente destruidas.

La eficacia se determinó mediante el conteo del número de abutilon emergidos a los 21 DDT en los 4 metros lineales de los dos surcos centrales, en 1.996 y en los 8 metros lineales, en 1.997. Se calculó la eficacia según la fórmula de Abbot. Las eficacias numéricas se clasificaron de acuerdo con los siguientes niveles de control: 100% = excelente; 99,0-96,5 = muy buena; 96,5-93,0 = buena; 93,0-87,5 = satisfactoria; 87,5-80 = aceptable; 80-70 = insatisfactoria; 70-50 = deficiente; 50-1,0 = muy deficiente. El análisis estadístico de la varianza se realizó con ayuda del programa Statgraphic. La comparación de medias se efectuó con el test de Duncan, al nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ALGODÓN BAJO PLÁSTICO

Las fitotoxicidades ocasionadas en el cultivo del algodón así como las eficacias en el control de abutilon por los herbicidas utilizados en los ensayos según las localidades y dosis, se ponen de manifiesto en las tablas 2 y 3.

Generalmente, el control de abutilon incrementó con el aumento de las dosis. Así, los tratamientos con metalacloro + prometina, dinitramina y cianazina a las dosis más elevada dieron un buen control comprendido entre 93-96,5%. Por el contrario, dichas aplicaciones no fueron bien toleradas por el cultivo, excepto el tratamiento con dinitramina en la localidad de Sevilla en 1996. Pendimentalina a 1,7 Kg/ha mostró un control aceptable, aunque a dicha aplicación ocasionó un daño en el cultivo de recuperación dudosa.

Tratamientos a dosis intermedia dieron mayoritariamente lugar a controles insatisfactorios o inferiores al 75% con la salvedad de las aplicaciones de metalacloro + prometina y la dinitramina que llegaron a alcanzar una eficacia del 90 y 92 en Coria y Alcalá (1997), respectivamente. Dichos herbicidas presentan niveles de fitotoxicidad de recuperación dudosa o no recuperable.

Por otro lado, las dosis menores no proporcionaron control alguno de la mala hierba.

### ALGODÓN SIN PLÁSTICO

Entre los herbicidas utilizados en algodón sin plástico la mayor eficacia en el control de abutilon se obtuvo con cianazina aplicada a 2,3 Kg/ha seguido de dinitramina a 0,6 Kg/ha, pendimentalina a 1,7 Kg/ha y metalacloro + prometina a 1+1 Kg/ha.

Si bien, el primer tratamiento alcanzó un control muy bueno (100%) el resto fue insatisfactorio (70-80%). Por otro lado, el mejor comportamiento de cara a la tolerancia del cultivo se obtuvo con el tratamiento de pendimentalina.

## CONCLUSIONES

De todos los herbicidas utilizados en algodón bajo plástico se puede concluir que el tratamiento de pendimetalina a 1,7 Kg/ha fue el que presentó un comportamiento más regular, con un control entre un 82-87%.

En algodón sin plástico la aplicación de cianazina a 2,5 Kg/ha puede ser una recomendación interesante para obtener un buen control de abutilon en suelos pesados.

En el caso de la búsqueda de una solución aceptable podría ser interesante no recurrir a dosis elevadas, y combinar algunas de estas materias de preemergencia, buscando además un complemento de postemergencia que pudiera ser eficaz y tolerado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a los técnicos D<sup>a</sup> María Jesús Caro Vergara, D<sup>a</sup> Lorena Caúm Bolaños, D<sup>a</sup> Marisa Espejo, D<sup>a</sup> Amparo Solís Palomo, D<sup>a</sup> María Eugenia Vázquez Vela y D<sup>a</sup> Rocío de la Viña Ruíz por su participación en los trabajos de campo. Agradecen también la colaboración prestada por las firmas comerciales Valenzuela y Asgrow Semillas y a los propietarios de las fincas citadas donde se ubicaron los ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BENVENUTI, S., MACHIA, M., STEFANI, I. (1994). Effects of shade on reproduction and some morphologicals of *Abutilon theophrasti* M L., *Datura stramonium* L., and *Sorghum halepense* L., Weed Reseach. 35:283-288
- BLUMENFELD. T., KEIFFELD, Y., BARGUTII, A. (19984). Control of “hard to kill” weeds in cotton . Weed science . 64: 2184-2187
- BUHLER, D.D., PHILBROOK, B.D., OPLINGER (1990). Velvetleaf an giant foxtail control for soil soil-seeded soybean production tillage intensities Journal of production Agriculture. 3: 302-308
- CORTÉS, J.A., CASTEJÓN, M., MENDIOLA, M.A., 1.998. Incidencia del Abutilon en el Valle del Guadalquivir. Agricultura 924-927.
- KHEDIR, K.D., ROETH, F.W. (1981). Velvet leaf (*Abutilon theophrasti* L.) seed population in six continents-corn (*Zea Mays* L.) field Weed Science. 29 (4): 485-490
- LUESCHEN, V.E., ANDERSEN, R.N., HOVERSTAND, T.R. (19939). Seventeen years of cropping systems and tillage effect velvetleaf (*Abutilon theophrasti* M) seed longevity. Weed Science, 41: 82-86
- RODRIGUEZ OCAÑA, A., RUIZ AVILÉS, P. (1996). El sistema agroindustrial del algodón en España. M.A.P.A. 296 pp
- SAAVEDRA, M., CORTÉS, J.A., GOMEZ DE BARREDA, D., RODRIGUEZ BERNABÉ, J.A., TABERNER, M., CASTEJÓN, M., MONSERRAT, A., ZARAGOZA, C. (1995). Malas hierbas de difícil control. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SATTIN, M., ZANIN, G., BERTI, A. (1992). Case History for Weed Competition/Population Ecology velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*) in corn (*Zea mays*) Weed Technology, 6: 213-219

TOOLE, E., BROWN, E. (1986). Final results of the buried seed experiments. J. Agricultural Reserach. 72: 201-210

Summary: Cotton herbicide control of *Abutilon theophrasti* M. in the Guadalquivir valley (Spain)

Field studies were conducted in 1996 and 1997 in several locations of the Guadalquivir valley to determine the efficacy of different preemergence applications in cotton for abutilon control and to examine the crop response to these treatments. In general, the crop toxicity and abutilon control was affected by the herbicide dose and soil texture. Pendimethalin at the highest dose (1.7 kg/ha) resulted in a medium to high control of the pest, however it seems that this application produced injury with doubtful recovery. Cyanazine at 2.3 kg/ha showed high control (100%) of the weed with medium phytotoxicity when the application took place on cotton without plastic covering. Treatments at the same dose applied under plastic conditions produced elevated crop phytotoxicity.

Key words: Cotton, herbicides, crop response, Guadalquivir valley, cyanazine, dinitramine, metolachlor, prometryn, fluometuron, trifluralin, pendimethalin.

TABLA 2. Efecto de los tratamientos herbicidas de preemergencia sobre el control de *A. Theophrasti* en algodón bajo plástico (BP) y sin plástico, en la provincia de Sevilla.

Materia Activa	Cianazina		Dinitramina		Metolacloro +Prometina		Fluometurón +Trifluralina		Fluometurón		Pendimentalina		Alacloro +prometina	
	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia
Sevilla 96 B.P.	2.3	100 a	1.1	100 a	1+1	100 a	1.5+0.7	52 bb	1.5	40 b	1.7	87 ab		
Burguillo 96 B.P.	2.3	23.5 c	1.1	44 b	1+1	100 a	1.5+0.7	47 b	1.5	21 c	1.7	82 ab		
Coria 1/97 B.P.	2.3	81 bc	0.6	96 d	0.8+0.8	90 cd	1.5+0.7	64 ab	2	44 a			0.7+0.5	72 b
Coria 2/97 B.P.	1.8	64 c	0.5	62 c	0.8+0.8	65 c	1.1+0.5	55 bc	1.5	35 a			0.5+0.4	52 bc
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	54 bc	0.5	93 e	0.8+0.8	76 d	1.1+0.5	60 c	10.5	41 ab			0.5+0.4	49 ab
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	32	0.3	29	0.5+0.5	51	0.7+0.4	25	1.5	21+6.1			0.4+0.3	31±11.9
Alcalá 97 S.P.	2.3	100 c	0.6	78 a	1+1	75 a	1.5+0.7	66 a	2	65 a	1.7	76 a		
Coria 97 S.P.	2.3	100 a	0.6	75 b	1+1	71 b	1.5+0.7	61 c	2	58 c	1.7	72 b		

(Dosis en Kg/ha.)

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28 respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

TABLA 3. Tolerancia del algodón bajo plástico (B.P.) y sin plástico (S.P.) a los tratamientos herbicidas de preemergencia. Provincia de Sevilla.

Materia Activa	Cianazina		Dinitramina		Metolacloro +Prometina		Fluometurón +Trifluralina		Fluometurón		Pendimentalina		Alacloro +prometina	
	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.	Dosis	Fitotoxi.
Sevilla 96 B.P.	2.3	9 d	1.1	1 ab	1+1	5 c	1.5+0.7	1 ab	1.5	1 ab	1.7	2.5 b		
Burguillo 96 B.P.	2.3	5 c	1.1	1 ab	1+1	4.9 c	1.5+0.7	2 bc	1.5	1 ab	1.7	4.5 c		
Coria 1/97 B.P.	2.3	5.3 b	0.6	4.8 b	0.8+0.8	6 b	1.5+0.7	2.8 a	2	19 a			0.7+0.5	5.5 b
Coria 2/97 B.P.	1.8	2.8 ab	0.5	3.5 bc	0.8+0.8	5.3 d	1.1+0.5	2 ab	1.5	2.5 ab			0.5+0.4	4 c
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	3.3 bc	0.5	4 cd	0.8+0.8	6.4 d	1.1+0.5	3 abc	10.5	2 ab			0.5+0.4	5 d
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	0.5 a	0.3	2 bc	0.5+0.5	4.3 d	0.7+0.4	0.8 ab	1.5	1 ab			0.4+0.3	3 c
Alcalá 97 S.P.	2.3	4.3 a	0.6	4.8 a	1+1	4.8 a	1.5+0.7	3.8 a	2	3 a	1.7	3.9 a		
Coria 97 S.P.	2.3	3.3 ab	0.6	4.3 b	1+1	1.3 a	1.5+0.7	1.9 a	2	1.8 a	1.7	2.6 a		

(Dosis en Kg/ha.)

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28, respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

**ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN POTENCIAL DEL USO DE HERBICIDAS  
MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE TRATAMIENTOS LOCALIZADOS**

J. BARROSO, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA

Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 b, 28006 Madrid,  
cesar@ccma.csic.es

Resumen: El conocimiento de la distribución espacial de las malas hierbas y la consiguiente elaboración de mapas de infestación son aspectos básicos a la hora de realizar tratamientos localizados con herbicidas. Dentro de esta amplia temática, es importante empezar por conocer que esfuerzo de muestreo exigiría la realización de estos mapas y que ahorro de herbicida podrían permitir este tipo de tratamientos.

Estudios llevados a cabo con una infestación natural de *Avena sterilis* en un cultivo de cebada muestran que es posible estimar con bastante precisión la posición de los rodales de esta mala hierba con una intensidad de muestreo de 80 puntos por hectárea. Aunque la utilización de esquemas de muestreo menos intensivos resultó en una baja precisión de las estimaciones, la estrategia utilizada en la planificación de los tratamientos (aplicación de dosis reducidas de herbicidas a las zonas con infestaciones moderadas) puede permitir el mantenimiento de niveles adecuados de control en todo el campo. El ahorro de herbicida que se podría obtener mediante la aplicación localizada de los distintos rodales estaría en torno a un 43%, siendo este ahorro muy parecido con los diversos tipos de muestreo evaluados.

Palabras clave: Distribución espacial; Mapas de infestación; Técnicas de muestreo; *Avena sterilis*

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la distribución espacial de las malas hierbas es de suma importancia a la hora de establecer **mapas de infestación**. El uso de estos mapas podría permitir reducir la superficie total tratada con herbicidas, con el consiguiente ahorro económico para el agricultor. Estudios llevados a cabo recientemente en Alemania muestran como la utilización de **tratamientos localizados** (“patch spraying”), realizados sobre la base de mapas de infestación confeccionados previamente, puede suponer ahorros de entre un 30 y un 80% de herbicida (NORDMEYER *et al.*, 1997).

La aplicación de esta innovación a la práctica agrícola requiere disponer de procedimientos de estimación de infestaciones que sean precisos y que, sin embargo, no exijan un elevado esfuerzo de muestreo (REW *et al.*, 1996; ZANIN *et al.*, 1998).

Dentro de este contexto, el presente trabajo fue planteado tratando de dar respuesta a dos preguntas centrales: 1) ¿que ahorro de herbicida se podría obtener aplicando las dosis completas de herbicidas únicamente a las zonas del campo más invadidas por *Avena sterilis* dentro de un cultivo de cebada?, y 2) ¿que intensidad mínima de muestreo sería necesaria para poder estimar la posición de los rodales de esta especie?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de estudio utilizada se encontraba situada en la finca experimental “La Poveda” en Arganda del Rey (Madrid). Dicha parcela, con una superficie de 50m ( 100m, fue muestreada según una retícula de 10m x 10m (50 muestras/parcela; 100 muestras/ha), utilizando un marco de muestreo de 0,1 m<sup>2</sup>. Se llevaron a cabo muestreos quincenales de plántulas de *A. sterilis* emergidas, con un total de 5 muestreos durante el periodo comprendido entre mediados de octubre y mediados de diciembre. Sobre la base de estos datos se construyó un mapa de infestación del campo utilizando el programa SURFER v. 5.0 y aplicando la técnica de “kriging” (HEISEL *et al.*, 1996).

Para la estimación de las necesidades de tratamiento en cada zona del campo, las densidades de *A. sterilis* se agruparon en tres niveles: **1.** <10 plantas/m<sup>2</sup>; **2.** 10-50 plantas/m<sup>2</sup>; **3.** >50 plantas/m<sup>2</sup>. El nivel **1** corresponde a densidades claramente inferiores al Umbral Económico (UE) de esta especie (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1997); por lo tanto, no se necesitaría el empleo de herbicidas. En el nivel **3** las densidades de *A. sterilis* son claramente superiores al UE y deberían ser tratadas con la dosis completa de herbicida. El nivel **2** corresponde a una situación intermedia, con un riesgo de pérdidas bastante variable. Por ello, la opción tomada en este caso fue tratar con dosis reducidas de herbicidas. Trabajos previos (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al.*, 1998) han mostrado que dichas dosis suelen resultar en niveles de control bastante próximos a los máximos.

Para el cálculo del ahorro obtenido utilizando este sistema, el coste del herbicida necesario para realizar un tratamiento convencional (Assert™ 2 l/ha; 4.000 ptas/l) fue comparado con el coste estimado para el caso de que cada zona del campo hubiera sido tratada de acuerdo a su nivel de infestación.

La determinación de la intensidad mínima de muestreo necesaria para detectar los `rodales` de *A. sterilis* se realizó partiendo de un juego inicial de 50 muestras y reduciendo progresivamente el número de estas. A partir de estos muestreos se estimaron las densidades medias de la mala hierba en la parcela y se construyeron nuevos mapas de infestación, estimando los costes del herbicida usado para cada situación.

## RESULTADOS

El mapa obtenido para los 50 puntos de toma de muestras (Fig 1a), muestra la situación de los rodales de plántulas de *A. sterilis* en la parcela de ensayo. Basándonos en dicho mapa, y aplicando el herbicida según lo dispuesto anteriormente, obtendríamos un ahorro de herbicida de un 43,6% (3.488 ptas/ha).

Disminuyendo el número de puntos de toma de muestras a 40, (según una retícula de 13,3m(10m), el mapa obtenido (Fig 1b), nos sigue mostrando bastante bien la posición de los rodales. Realizando los tratamientos de acuerdo con este mapa, el porcentaje de superficie que se trataría correctamente sería muy elevado (>90%), con un ahorro de herbicida muy similar al del caso anterior (43%.)

Si continuamos disminuyendo el número de puntos de muestro a 30 (mediante una retícula de 20m(10m), el mapa resultante (Fig 1c) ya no muestra tan claramente la posición de los rodales, con una importante superficie infestada con nivel 3 (>50 plantas/m<sup>2</sup>) siendo considerada como de nivel 2 (10-50 plantas/m<sup>2</sup>). Aunque esta falta de precisión conduciría a una menor superficie siendo tratada con la dosis completa, esta deficiencia no debería tener graves consecuencias ya que los tratamientos a mitad de dosis pueden dar también buenos resultados de control (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al*, 1998). Utilizando este mapa, los cálculos de ahorro de herbicida dan un valor de un 46,2%.

Con 20 puntos de muestra (Fig 1d)(según una retícula de 10m(30m), la detección de los rodales es bastante pobre, no recogiendo la existencia de importantes zonas del campo con infestaciones superiores a las 100 plantas/m<sup>2</sup>. Sin embargo, y como ya hemos señalado anteriormente, el nivel general de control obtenido podría ser bastante satisfactorio gracias al tratamiento de las zonas con infestaciones medias (las más abundantes) con dosis reducidas de herbicidas. El ahorro de herbicida conseguido en este caso sería del 46,5%.

## AGRADECIMIENTOS

El establecimiento del ensayo y la toma de datos fueron realizados con la inestimable ayuda de P. Hernaiz, M<sup>a</sup> S. Fernandez y F. Torres

## BIBLIOGRAFÍA

- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C., NAVARRETE, L., TORNER, C. y SANCHEZ DEL ARCO, M.J. (1997) *Avena sterilis* en cultivos de cereales. En: Biología de las Malas Hierbas de España. Sans y Fernandez-Quintanilla (eds.) pp. 4-17. Phytoma España.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA C, J.L. GONZALEZ ANDUJAR, R. GONZALEZ PONCE, C.de LUCAS, L. NAVARRETE, J. RECASENS, M.J. SANCHEZ DEL ARCO, A. TABERNER, M.A. TIEBAS y C. TORNER (1998) Using the low rate concept for control of grassweeds in cereals under mediterranean conditions. 6th EWRS Mediterranean Symposium, pp.
- HEISEL T., C. ANDREASEN y A.K. ERSBOLL (1996) Annual weed distributions can be mapped with kriging. *Weed Research* 36, 325-338
- KECKLER D. (1994). "Surfer for windows". Golden Software, Inc.
- NORDMEYER H., A. HAUSLER y P. NIEMANN (1997) Patchy weed control as an approach in precision farming. En: J.V.Stafford (Ed.) *Precision Agriculture '97*. Vol. 1. Spatial Variability in Soil and Crop. pp. 297-306
- REW L.J., G.W. CUSSANS, M.A. MUGGLESTONE y P.C.H. MILLER (1996) A technique for mapping the spatial distribution of *Elymus repens*, with estimates of the potential reduction in herbicide usage from patch spraying. *Weed Research* 36, 283-292
- ZANIN G., A. BERTI y L. RIELLO (1998) Incorporation of weed spatial variability into the weed control decision-making process. *Weed Research* 38, 107-118

Summary: Estimating the potential reduction of herbicide use by using patch spraying systems. The knowledge of the spatial distribution of weeds and the construction of weed maps are two basic aspects in the patch spraying of herbicides. Within this topic, it is important to start by determining the sampling required to construct these maps and calculating herbicide savings obtained by using this approach.

Studies conducted with natural infestations of *Avena sterilis* in a barley crop indicate that it is possible to get precise estimates of the position of weed patches with sampling intensities of 80 points / ha. Although less intensive sampling schemes resulted in poor patch estimations, the strategy used for applying herbicides (low-dose treatments in areas with moderate infestation levels) may result in adequate levels of control in the whole field. Herbicide savings obtained by using patch spraying techniques would be around 43%; these savings would be very similar with all the sampling schemes considered.

Key words: Spatial distribution; Weed maps; Sampling techniques; *Avena sterilis*

**ABSORCIÓN Y TRASLOCACIÓN DE HAS-propizamida y DE imazapir y glifosato APLICADOS EN POSTEMERGENCIA EN EL SISTEMA *O. cumana*-GIRASOL.**

J. DÍAZ-SÁNCHEZ \*; F. LÓPEZ-GRANADOS y L. GARCÍA-TORRES

(\*) Centro Regional de Investigaciones Carillanca, INIA, Casilla 58-D, Temuco, Chile,

[jdiaz@carillanca.inia.cl](mailto:jdiaz@carillanca.inia.cl)

Instº Agricultura Sostenible, CSIC, Apartado 4084, 14080-Córdoba, España,

[cs9logrf@uco.es](mailto:cs9logrf@uco.es)

**Resumen:** Se estudió la absorción y traslocación de propizamida aplicada a la semilla de girasol (HAS) por recubrimiento e inmersión, y de imazapir y glifosato en postemergencia en girasol con y sin *O. cumana* (jopo). La semilla absorbió un 9,8% y 3,4% de [<sup>14</sup>C]-propizamida en recubrimiento e inmersión, respectivamente, y menos del 1% se movilizó hasta el jopo. En [<sup>14</sup>C]-imazapir los niveles de absorción fueron cercanos a 90% en planta infectada y no infectada, aunque la mayor parte permaneció en la hoja tratada y un 26% se traslocó al jopo. Con [<sup>14</sup>C]-glifosato la absorción fue similar entre girasol con y sin jopo (50%), permaneciendo la mayor cantidad en la hoja tratada (40%) y solamente un 6% se movilizó hasta *O. cumana*. Según estos resultados, se discute la efectividad de unos tratamientos herbicidas y otros en el control de jopo.

**Palabras claves:** mala hierba parásita, control, tratamientos a la semilla de siembra, post-emergencia

## INTRODUCCIÓN

*O. cumana* Wallr. (jopo) es una mala hierba parásita obligada que ataca el sistema radicular del girasol y uno de los principales problemas que el cultivo debe afrontar en amplias zonas de España. Se han estudiado diversas estrategias de control concluyéndose que la utilización de herbicidas es uno de los más importante (GARCÍA-TORRES et al., 1994). La aplicación en postemergencia a bajas dosis de glifosato (CASTEJÓN-MUÑOZ et al., 1990), y de herbicidas de la familia imidazolinona han mostrado ser eficaces y selectivos en el control del jopo en girasol, no obstante su eficacia y selectividad pueden variar según el tipo de suelo y las condiciones climáticas (GARCÍA-TORRES et al., 1994). En los últimos años se han desarrollado tratamientos herbicidas aplicados a la semilla (HAS) de girasol con propizamida para el control de jopo con resultados moderadamente satisfactorios (DÍAZ-SÁNCHEZ, 1998). El objetivo del presente trabajo fue estudiar la absorción y traslocación del herbicida propizamida aplicado mediante la técnica HAS y de glifosato e imazapir en aplicaciones al follaje del girasol con y sin jopo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

*[<sup>14</sup>C]-propizamida aplicado por recubrimiento e inmersión* : la propizamida marcada se diluyó con etanol de manera que 10 µL contenían 1µCi. La semilla de girasol se trató por recubrimiento e inmersión. El recubrimiento consistió en aplicar Peridiam® (polímero) en la cantidad de 1 ml/0,5 ml agua/233 semillas. La semilla se secó durante 24 h y posteriormente se aplicó la [<sup>14</sup>C]-propizamida en la proporción de 4 g de semilla/4 ml de solución herbicida. En semilla y plántula se aplicó 0,1 µCi/semilla y para plantas de mayor desarrollo 0,15 µCi/semilla. La inmersión consistió en sumergir las semillas durante 5 minutos en una solución con [<sup>14</sup>C]-propizamida, en una proporción de 25 ml de solución herbicida/30 semillas, en las mismas cantidades de radiactividad que las de recubrimiento. La radiactividad se analizó en semilla, plántula y planta con y sin jopo. En plantas infectadas la inoculación con jopo se realizó al momento de la siembra. Las muestras se secaron a 60 °C/48 h y se quemaron en un oxidador biológico. El <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> desprendido se recogió en 10 mL de Carbosorb E:Permafluor E<sup>+</sup> (3:7, v/v), y la radiactividad se cuantificó por espectrofotometría de centelleo líquido.

*[<sup>14</sup>C]-imazapir aplicado en postemergencia* : el imazapir marcado se diluyó en agua estéril y 0,1% v/v del surfactante Tween 20, de manera que 10 µL contenían 0,05 µCi. Al estado de 6-8 hojas se seleccionaron las plantas de girasol con mayor homogeneidad morfológica, se uniformizó el n° de jopos instalados y se trasplantaron a macetas que se regaron con solución nutritiva. Una semana después se aplicó [<sup>14</sup>C]-imazapir (0,1 µCi/planta) en el haz y centro de la 4ª hoja. Las evaluaciones se realizaron a los 1, 3, 6 y 12 días después de la aplicación (DDA). Para determinar lo no absorbido por la superficie foliar se lavó con metanol:agua (80:20 v/v) durante 30 segundos. Para determinar lo retenido por la cutícula se lavó con 20 ml de cloroformo/2 min. (TUCKER et al., 1994). El procedimiento seguido con el material vegetal fue similar a lo realizado con [<sup>14</sup>C]-propizamida.

*[<sup>14</sup>C]-glifosato aplicado en postemergencia*: se utilizó glifosato marcado al que previamente se convirtió en sal isopropilamina por adición de glifosato formulación comercial, surfactante MON 8081 e isopropilamina, de manera que 10 µL de la solución contenían 0,05 µCi. Se aplicó 0,05 µCi/planta con y sin jopo. La demás condiciones del ensayo y evaluaciones fueron similares a las descritas para imazapir.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*[<sup>14</sup>C]-propizamida aplicado por recubrimiento e inmersión*: de la radiactividad total aplicada sólo un 9,8 y 3,4% fue absorbido por la semilla de girasol tratada por recubrimiento e inmersión, respectivamente. En semilla germinada el herbicida se movilizó principalmente hacia el hipocotilo. Esta situación se mantuvo hasta el estado de 4 hojas en ambos métodos de aplicación, momento en que la mayor parte de lo traslocado se detectó en el follaje (Tabla 1). En plantas adultas la radiactividad detectada fue similar entre planta infectada y no infectada e independiente del método, y la absorbida se movilizó en dirección al follaje. En plantas infectadas con jopo lo traslocado hacia la parte subterránea tuvo como principal destino la especie parásita (Tabla 2). Los resultados de absorción por la semilla fueron inferiores a los observados con imazetapir en semilla de guisante (JURADO-EXPÓSITO, 1996), aunque coinciden con que una parte atravesó la testa y se depositó a nivel del embrión.

*[<sup>14</sup>C]-imazapir aplicado en postemergencia*: de la radiactividad aplicada por planta se recuperó entre 87 y 99% en plantas infectadas, y 89 a 95% en aquéllas no infectadas. Lo no absorbido disminuyó con los DDA, debido a la movilización del herbicida desde la superficie y cutícula foliar al interior de la planta de girasol (datos no presentados). La evolución de lo absorbido fue independiente del jopo (Tabla 3). La traslocación de [<sup>14</sup>C]-imazapir varió en función a los DDA y de *O. cumana*, así 1 DDA se detectó entre 54 y 56% en la hoja tratada. A los 3 días en la hoja tratada se alcanzaban valores próximos a 53% en planta parasitada y de 51% en no parasitada. En este lapso los contenidos en la hoja tratada fueron independientes de la presencia del jopo. Entre el 3<sup>er</sup> y 6<sup>to</sup> día las tasas de traslocación hacia la planta se incrementaron de forma importante, disminuyendo los contenidos del herbicida en mayor proporción en

la hoja tratada de planta infectada respecto de la no infectada. Entre los días 6-12 la radiactividad en hoja tratada pasó de 32 a 22% en planta infectada, mientras que en no infectada se mantuvo próximo a 40%, correspondiendo al follaje el principal destino de lo traslocado. En cuanto a lo movilizado hacia la parte subterránea la mayor cantidad se detectó en la especie parásita (Tabla 3).

[<sup>14</sup>C]-glifosato aplicado en postemergencia : de la radiactividad aplicada se recuperó entre 55 y 61% en plantas infectadas y 56 a 58% en las no infectada. Lo no absorbido disminuyó debido a la movilización del herbicida desde la superficie foliar al interior de la planta (datos no presentados). La evolución de la absorción fue independiente de la presencia de la especie parásita. La mayor parte de la absorción de glifosato tuvo lugar principalmente dentro de las primeras 24 horas después de su aplicación (1 DDA), momento en que las cantidades absorbidas se acercaron a 50%. La traslocación hacia los diferentes componentes fueron independientes del jopo. La hoja tratada en ambos tipos de planta presentó contenidos en torno al 40% después de 1 y 12 DDA. En la parte aérea (follaje sin la hoja tratada), las cantidades traslocadas fueron análogas en planta infectada y no infectada y que no superaron el 8%. En la parte subterránea ambos tipos de planta presentaron un comportamiento similar en el tiempo y lo movilizado hacia dicha parte no superó el 8%, constituyéndose el jopo en el principal destino hacia el cual la mayor parte (5,5%) se traslocó a las 24 h de aplicado el herbicida (Tabla 4).

Los resultados concordaron con los de TUCKER et al. (1994), en que imazapir fue absorbido con mayor rapidez y proporción que glifosato. Éste estuvo retenido a nivel de la cutícula de la hoja, mientras que el imazapir no absorbido permaneció en cantidades similares entre la superficie y cutícula. Igualmente concuerdan en que, al igual que lo observado en nuestros experimentos, el imazapir se traslocó en mayor medida que el glifosato hacia el sistema radicular. Concluyendo así que el mayor control de imazapir en comparación con glifosato se debe a la mayor eficiencia de traslocación hacia los tejidos subterráneos de almacenamiento. La mayor cantidad de [<sup>14</sup>C] propizamida encontrada en semilla de girasol tratada por recubrimiento podría deberse a la acción positiva de la sustancia recubridora (Peridian®) (Baxter, 1986).

## BIBLIOGRAFÍA

- BAXTER, L. (1986). Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration and germination of sweet corn at four matric. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:517-520
- CASTEJÓN-MUÑOZ, M; F. ROMERO-MUÑOZ and L. GARCÍA-TORRES. (1990). Control of broomrape (*Orobanche cernua*) in sunflower (*Helianthus annuus*) with glyphosate. Crop Protection, 9:332-336
- DÍAZ-SÁNCHEZ, J. (1998). Eficacia, absorción y traslocación de los herbicidas propizamida, imazapir y glifosato en el control de *Orobanche cernua* Loeffl. en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis Doctoral. UNI. de Córdoba, España. 122 pp.
- GARCÍA-TORRES, L., F. LÓPEZ-GRANADOS and M. CASTEJÓN-MUÑOZ. (1994). Preemergence herbicides for the control broomrape (*Orobanche cernua*) in sunflower (*Helianthus annuus*). Weed Research 34:395-402
- JURADO-EXPÓSITO, M. (1996). Control de *Orobanche crenata* Forsk. en guisantes mediante tratamientos HAS (herbicida aplicados en semilla de siembra): su modo de acción. Tesis Doctoral. U. de Córdoba. España. 102 pp.
- TUCKER, T.A., K.A. LANGELAND and F.T. CORBIN. (1994). Absorption and translocation of <sup>14</sup>C-imazapyr and <sup>14</sup>C-glyphosate in alligatorweed *Alternanthera philoxeroides*. Weed Technology 8:32-36.

Summary: Absorption and translocation of propyzamide applied to

the seed crop, of imazapyr and glyphosate applied at post-emergence in sunflower as affected by parasitism of nodding broomrape (*Orobanche cumana*). Absorption and translocation of [<sup>14</sup>C] propyzamida applied to the sunflower seed by coating or soaking, of [<sup>14</sup>C] imazapyr and [<sup>14</sup>C] glyphosate both applied at post-emergence, were studied in sunflower (*Helianthus annuus* L.) parasitising or not by nodding broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). Sunflower seed absorbed 9.8 and 3.4% of [<sup>14</sup>C] propyzamida applied by coating or soaking, respectively, and less than 1% was translocated to the nodding broomrape. In sunflower plants infested and not infested with nodding broomrape, nearly 90% of [<sup>14</sup>C] imazapyr was absorbed and 26% was translocated to the parasitic weed. Uptake of [<sup>14</sup>C] glyphosate was similar (50%) for infested or not infested sunflower plants and only the 6% was translocated to the broomrape.

**Key words:** *Orobanche cumana*, control, parasitic weed, herbicide applied to seed crop, sunflower

**Tabla 1.** [<sup>14</sup>C]-propizamida (%) en semilla y plántula de girasol según método de aplicación.

Componente	Recubrimiento (%) <sup>1</sup>	Inmersión (%) <sup>1</sup>
<b>Semilla germinada:</b>	<b>9,3:</b>	<b>1,7:</b>
Plántula: Hipocotilo – Radícula	6,0: 5,9 - 0,1	0,9: 0,85 – 0,05
Testa	3,3	0,8
Plántula 4 hojas: Follaje-Raíz	2,2: 2,0 – 0,2	0,33: 0,27 - 0,06

<sup>1</sup>: porcentaje respecto al total de radiactividad aplicada ( 222.000 dpm/planta)

**Tabla 2.** [<sup>14</sup>C]-propizamida (%) presente en plantas de girasol de 8 semanas.

Componente	Recubrimiento (%) <sup>1</sup>		Inmersión (%) <sup>1</sup>	
	Infestado	No Infestado	Infestado	No Infestado
Planta: Follaje	3,2: 2,4	4,3: 3,2	0,9: 0,6	1,2: 0,7
Raíz	0,2	1,1	0,1	0,5
Jopo	0,6	0,0	0,2	0,0

<sup>1</sup>: porcentaje respecto al total de radiactividad aplicada ( 333.000 dpm/planta)

**Tabla 3.** [<sup>14</sup>C]-imazapir absorbido y traslocado en girasol infectado (I) y no infectado (NI).

Días después de aplicación	Absorbido <sup>1</sup> (%)		Traslocado (%)						
	Planta		Hoja Tratada		Parte Aérea		Parte Subterránea		
	I	NI	I	NI	I	NI	I (jopo) <sup>2</sup>	NI	
1	65,8	70,1	53,7	56,4	5,4	8,9	6,8	(4,7)	4,9
3	91,0	87,8	52,6	51,4	20,1	28,4	19,0	(13,4)	8,1
6	91,9	85,4	31,8	40,2	34,3	39,7	26,1	(20,6)	5,5
12	86,2	84,0	22,1	38,8	33,0	39,1	32,0	(25,7)	6,1

<sup>1</sup>: porcentaje respecto al total de radiactividad aplicada (222.000 dpm/planta)

<sup>2</sup>: porcentaje que se traslocó al jopo del total traslocado a la parte subterránea

**Tabla 4.** [<sup>14</sup>C]-glifosato absorbido y traslocado en girasol infectado (I) y no infectado (NI).

Días después de aplicación	Absorbido <sup>1</sup> (%)		Traslocado (%)					
	Planta		Hoja Tratada		Parte Aérea		Parte Subterránea	
	I	NI	I	NI	I	NI	I (jopo) <sup>2</sup>	NI
1	49,2	47,3	38,0	37,1	5,3	4,8	5,8 (5,5)	3,8
3	51,6	49,0	37,2	37,7	7,1	6,6	7,3 (4,8)	5,5
6	55,1	53,2	41,5	43,2	7,8	5,9	5,9 (4,2)	4,5
12	51,6	50,9	38,6	39,3	7,8	7,1	5,3 (4,5)	4,4

<sup>1</sup>: porcentaje respecto al total de radiactividad aplicada (111.000 dpm/planta)

<sup>2</sup>: porcentaje que se traslocó al jopo del total traslocado a la parte subterránea

**EFEECTO DE LA DOSIS DE GLIFOSATO Y DEL ESPACIAMIENTO ENTRE FILAS DE SOJA SOBRE LA BIOMASA Y SEMILLAS DE MALVA (*Anoda cristata*).**

PURICELLI, E. (\*), D. FACCINI (\*), M.R. SABBATINI (\*\*), G. ORIOLI Y E.S. LEGUIZAMON (\*)

(\*) Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. CC 14 (2123) Zavalla. Argentina. (\*\*) Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Altos del Palihue (8000) Bahía Blanca. Argentina.

Resumen: El control de malezas puede ser satisfactorio combinando dosis reducidas de herbicidas con un espaciamiento entre filas estrecho, aunque la producción de semillas de las plantas sobrevivientes puede generar importantes infestaciones futuras. Se determinó el efecto de la dosis completa y una dosis reducida de glifosato en soja sembrada a 35 cm entre filas (S35) y 70 cm entre filas (S70) sobre la biomasa de soja y de malva (*Anoda cristata* L. Schlecht) y la producción de semillas de la maleza. La dosis completa de glifosato eliminó todas las plantas de malva. La maleza produjo semillas con 0 g ia.ha<sup>-1</sup> en S35 y S70 y con dosis reducida sólo en S70. La biomasa del cultivo con alta densidad de malva se redujo más en S70 que en S35 con la dosis reducida de glifosato. Los resultados indican que es posible un control de malva similar al de la dosis completa de glifosato usando una dosis reducida en combinación con un espaciamiento entre filas más estrecho.

Palabras clave: dosis reducidas, arreglo espacial del cultivo.

## INTRODUCCION

La tecnología de dosis reducidas de herbicidas es un enfoque destinado a bajar costos y a reducir el impacto ambiental y puede ofrecer un adecuado control de las malezas al disminuir el vigor de la especie susceptible dando al cultivo una ventaja competitiva (VANGESSEL y WESTRA, 1997). Por otro lado el control de malezas es mayor en sistemas de manejo que combinan un arreglo espacial más estrecho del cultivo con dosis reducidas de herbicidas (PROSTKO y MEADE, 1993, BUHLER et al., 1993, JOHNSON et al., 1997). Sin embargo, la producción de semillas por las malezas sobrevivientes a estas medidas de control es raramente considerada (RASMUSSEN, 1993). Malva [*Anoda cristata* (L.) Schlecht.] es una maleza de importancia en soja y otros cultivos agrícolas de la pampa húmeda argentina

(LEGUIZAMÓN et al., 1994). El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de distintas dosis de glifosato en soja sembrada a S35 y S70 cm entre filas sobre la biomasa del cultivo y la biomasa y producción de semillas de malva.

## MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Lat. 33° 01' S) Argentina. El diseño experimental fue de parcelas sub-sub-divididas con 3 repeticiones incluyendo espaciamentos entre filas de 35 cm (S35) y 70 cm (S70), 3 dosis de glifosato (1440, 720 y 0 g i.a.ha<sup>-1</sup>) y 2 densidades de malva (2 y 12 plantas.m<sup>-2</sup>). El glifosato se aplicó a los 37 días después de la siembra del cultivo. Se incluyeron parcelas con infestaciones de malva de 2 y 12 plantas.m<sup>-2</sup> sin aplicación de glifosato. Se seleccionaron 3 parcelas por bloque de cada espaciamento entre filas y se mantuvieron como testigos libres de malezas. La emergencia y fechas de muestreo se expresaron en base al calendario térmico en grados días (GD). El tamaño de la parcela fue de 5 m<sup>2</sup> y se recolectó desde el inicio del ciclo del cultivo hasta la cosecha y la semilla de la maleza al final del ciclo del cultivo. Se realizaron regresiones entre los GD y la biomasa del cultivo y la maleza. Las curvas se agruparon cuando los estimadores de los parámetros no fueron diferentes, evaluados a través de la prueba de t de Student con un nivel de probabilidad del 95%. Se realizó análisis de la variancia del número de semillas producida y las medias se separaron usando la prueba de Fisher LSD (P=0.05).

## RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra que el crecimiento de la biomasa del cultivo en función de los GD siguió una curva sigmoide excepto en S70 creciendo en presencia de 12 plantas.m<sup>-2</sup> con 0 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato, que ajustó a una curva exponencial. En soja, el crecimiento fue lento hasta los 490 GD y la biomasa máxima se alcanzó a los 1427 GD. La densidad de plantas de soja en S35 fue inicialmente un 30% superior a la de S70. Con 1440 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato las curvas de biomasa de soja en S35 y S70 no difirieron de sus respectivas monoculturas (Figura 1a) debido que el herbicida eliminó todas las plantas de la maleza. Con 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato la biomasa de soja con S70 y 12 plantas.m<sup>-2</sup> de malva fue significativamente inferior al resto de los tratamientos (Figura 1b). Sin aplicación de herbicida, el crecimiento del cultivo no fue afectado con 2 plantas.m<sup>-2</sup> de malva mientras que con 12 plantas.m<sup>-2</sup> de malva la biomasa fue más reducida en S70 que en S35 (Figura 1c).

El crecimiento de la biomasa de malva en función de los GD también ajustó a curvas sigmoides (Figura 2) y fue lento hasta más allá de los 600 GD alcanzándose la biomasa máxima a los 1293 GD. Hacia el fin del ciclo, la biomasa de malva en monocultura fue siempre superior a la de malva creciendo en presencia de soja. La biomasa de malva con 12 plantas.m<sup>-2</sup> fue inferior en S70 que en S35 (Figura 2b). Con 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato, las plantas de malva sobrevivieron hasta el final del ciclo del cultivo solamente en S70. En cambio, en S35 las plantas de malva murieron poco después de la aplicación, independientemente de su densidad.

Se determinó interacción entre la dosis de glifosato y el espaciamento entre filas. Sin aplicación de glifosato, la producción de semilla de malva fue mayor en S70 que en S35. Con 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato sólo se produjeron semillas en S70 con 12 plantas.m<sup>-2</sup>. Con 1440 g i.a.ha<sup>-1</sup> la producción fue nula en ambos espaciamentos entre filas (Tabla 1).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El cultivo de soja resultó muy competitivo con respecto a la maleza tal como quedó demostrado por la significativa reducción de la biomasa de malva en presencia de soja. Así, la soja al explotar más

eficientemente los recursos disponibles redujo la biomasa y la producción de semillas de malva con relación a la de la maleza creciendo sola. El efecto de soja sobre malva puede explicarse porque la biomasa de soja es muy superior a malva durante todo el ciclo y porque presenta un período de crecimiento lento inicial menor que la maleza. Entre los factores agronómicos que alteran el crecimiento de una maleza se encuentra el espaciamiento entre filas del cultivo (BUHLER et al., 1993, JOHNSON et al., 1997). La soja sembrada en S35 en comparación con S70 sería más competitiva debido a que produjo mayor biomasa inicial. Cuando el efecto del cultivo sobre malva es acompañado por la aplicación postemergente de un herbicida, la presión de soja sobre malva se intensifica al punto que sólo sobrevive malva en S70. Asimismo, la subdosis (720 g i.a.ha<sup>1</sup> de glifosato) reduce el vigor la maleza y permitió un control total de la biomasa en S35, mientras que en S70 la maleza no fue totalmente controlada y produjo semillas. Esto demuestra un efecto sinérgico entre el espaciamiento entre filas y la dosis herbicida. Resulta así evidente que la selección de un adecuado arreglo espacial del cultivo que aumente la competencia (S35 vs S70) favorece el control de malva en soja cuando se utiliza una dosis reducida de glifosato. Así, esta combinación de prácticas, puede contribuir a mejorar el control de malva para la producción de soja con un menor uso de herbicidas.

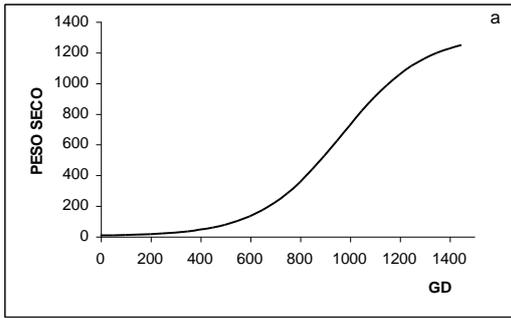
## BIBLIOGRAFÍA

- BUHLER, D.D., J.L. GUNSOLUS, y D.F. RALSTON, 1993. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control in soybean (*Glycine max*) with reduced rates of bentazon and cultivation. *Weed Science*, 41:447-453.
- JOHNSON, W.G., J.A. KENDIG, R.E. MASSEY, M.S. DEFELICE, y C.D. BECKER. 1997. Weed control and economic returns with postemergence herbicides in narrow-row soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 11:453-459.
- PROSTKO, E.P. y J.A. MEADE. 1993. Reduced rates of postemergence herbicides in conventional soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 38:541-545.
- RASSMUSEN, I.A. 1993. Seed production of *Chenopodium album* in spring barley sprayed with different herbicides in normal to very low doses. 8<sup>th</sup> EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application". Braunschweig, 639-646.
- VANGESSEL M.J. y P. WESTRA. 1997. Economics and efficacy of postemergence ce spurred anoda (*Anoda cristata*) control in pinto beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technology*, 11:329-334.

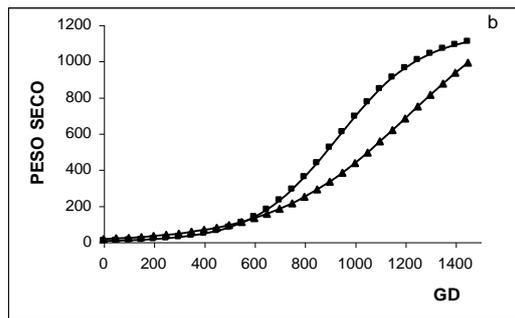
Summary: Effect of glyphosate rate and row spacing of soybean on spurred anoda biomass and seed production (*Anoda cristata*). Weed control may be greater in systems that combine reduced rates of herbicides with a more competitive spatial arrangement of the crop but seed production by surviving weeds may cause important future infestations. The effect of complete and reduced dose of glyphosate in soybean planted at 35 cm between rows (S35) and 70 cm between rows (S70) on spurred anoda (*Anoda cristata* L. Schlecht) and crop biomass and weed seed production was determined. Complete dose killed all spurred anoda plants. Weed seed production was observed with reduced glyphosate dose only in S70. Soybean was more affected by high spurred anoda densities in S70 vs S35, with 0 and 720 g a.i.ha<sup>-1</sup> of glyphosate. Results indicate that it is possible to obtain similar

spurred anoda control using a complete dose of glyphosate than using a reduced dose in combination with a narrower row spacing.

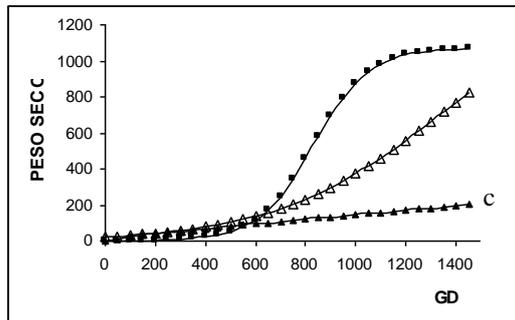
Key Words: reduced doses, spatial arrangement.



— PS= 1315/(1+(Exp (5,81-(0,006.GD)))) R²= 0,97



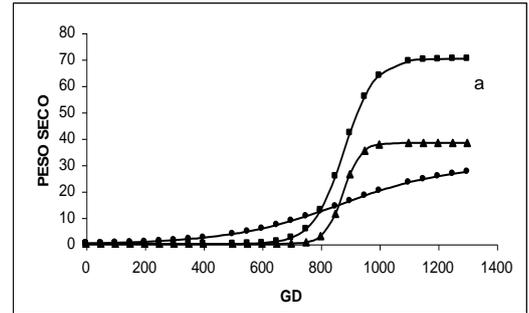
■ PS=1155/(1+(Exp(6,27-(0,008\*GD)))) R²= 0,94  
▲ PS=1406/(1+(Exp(4,5-(0,0037.GD)))) R²= 0,95



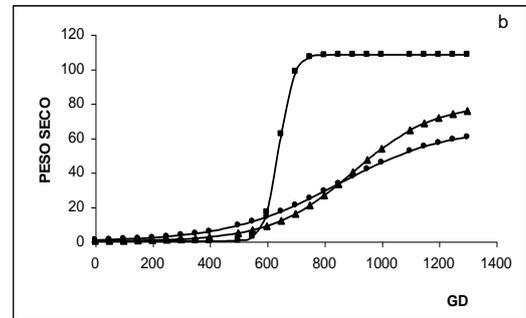
■ PS= 1071/(1+(Exp(7,5-(0,009.GD)))) R²=0,98  
▲ PS=( 0,353.GD)^0,85 R²=0,99  
Δ PS=1435/(1+(Exp(4,05-(0,003.GD)))) R²=0,96

Figura 1: Peso seco (PS) en g.m<sup>-2</sup> de soja en función de los grados días (GD)

- a) soja sembrada a 70 cm entre filas (S70) y soja sembrada a 35 cm entre filas (S35) en monocultura y 1440 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato  
b) (■) S70 con 2 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y S35 con 2 y 12 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato (▲) S70 con 12 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato  
c) (■) S70 y S35 con 2 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y 0 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato (▲) S35 con 12 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y 0 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato (Δ) S70 con 12 plantas de malva.m<sup>-2</sup> y 0 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato



■ PS=108,2/(1+(Exp(25,7-(0,04.GD)))) R²=0,96  
▲ PS=80,2/(1+(Exp(6,3-(0,007.GD)))) R²= 0,93  
● PS=65,8/(1+(Exp(4,48-(0,053.GD)))) R²= 0,86



■ PS=70,2/(1+(Exp(16,7-(0,019.GD)))) R²= 0,98  
▲ PS=38,3/(1+(Exp(28,9-(0,033.GD)))) R²= 0,91  
● PS=30,16/(1+(Exp(4,61-(0,053.GD)))) R²= 0,58

Figura 2: Peso seco (PS) en g.m<sup>-2</sup> de malva en monocultura (■), en S70 (▲) y en S35 (●) en función de los grados días (GD). a) 2 plantas.m<sup>-2</sup> b) 12 plantas.m<sup>-2</sup>

Dosis (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	S35		S70	
	plantas de malva.m <sup>-2</sup>			
	2	12	2	12
0	80 d	386 b	189 c	556 a
720	0 b	0 b	0 b	156 a
1440	0 a	0 a	0 a	0 a

Tabla 1: Interacción entre dosis de glifosato y espaciamiento entre filas en la producción de semillas de malva. Letras distintas dentro de cada dosis indican diferencias significativas según la Prueba de Fisher LSD (P=0.05).

**EFICACIA HERBICIDA EN EL CONTROL DE ABUTILON THEOPHRASTI  
M. EN ALGODÓN EN EL VALLE GUADALQUIVIR.**

CORTÉS. J.A. (\*), CASTEJÓN.M.(\*\*), MOREJÓN, B.(\*), MENDIOLA, A.(\*\*\*),  
(\* Sanidad Vegetal. Delegación de Agricultura. Sevilla.  
(\*\*) C.I.F.A. Las Torres-Torremejil. Deleg. Agric. Sevilla  
(\*\*\*) E.T.A. Ingenieros Agrónomos. 28040-Madrid

Resumen: En 1996 y 1997, se han llevado a cabo estudios de campo en varias localidades del valle del Guadalquivir, para determinar la eficacia en el control de abutilon por diferentes aplicaciones de preemergencia, así como la tolerancia por el cultivo del algodón. En general, la fitotoxicidad ocasionada en el cultivo y el control varió según la dosis herbicida utilizada y la textura del suelo. Tratamientos con pendimetalina a la dosis mayor (1.7kg/ha) dieron un control medio-alto, sin embargo esta aplicación produjo un daño en el cultivo de recuperación dudosa. Aplicaciones de cianazina a 2.3 kg/ha en algodón sin plástico mostraron un control excelente (100%) con una fitotoxicidad media. Tratamientos a la misma dosis en algodón bajo plástico ocasionaron una fitotoxicidad elevada.

Palabras claves: Algodón, herbicidas, tolerancia, Valle del Guadalquivir, cianazina, dinitramina, metolacoloro, prometrina, fluometuron, trifluralina, pendimetalina.

## INTRODUCCIÓN

*Abutilon theophrasti M* es una mala hierba anual, que al igual que el algodón pertenece a la familia de las Malváceas y que infesta en el Valle del Guadalquivir los cultivos de algodónero, maíz, patata y girasol de regadío, y comienza a introducirse en los de cítricos, melocotonero y espárrago. De todos los cultivos citados, el algodón es el que mayor superficie ocupa actualmente, adquiriendo una gran importancia económica en el Valle del Guadalquivir (RODRIGUEZ *et al.*, 1998).

La incidencia de esta mala hierba se ha visto incrementada notablemente a partir de su introducción en esta zona, a principios de los ochenta, (CORTÉS *et al.*,1998). Por ello el abutilon se ha convertido en un problema, al que el cultivador del algodón tiene un temor acentuado.

La dificultad del control de esta maleza se basa en sus características biológicas, ya que escapa a los herbicidas de uso común como consecuencia de su tolerancia. La erradicación de abutilon, una vez presente en el banco de semillas del suelo, se hace muy difícil debido a la gran viabilidad de sus semillas en el terreno, a su elevado grado de latencia y a la nacencia escalonada (SAAVEDRA *et al.*, 1995). Incluso las plantas retrasadas que producen escasas cápsulas con semillas pueden asegurar la producción de éstas, por lo que para prevenir la producción de semillas en campos de reciente infestación el único método de control es su eliminación manual (SATTÍN *et al.*, 1992).

Las plantas de abutilon de gran desarrollo son capaces de producir más de 8.000 semillas por planta, que pueden permanecer viables más de 40 años (TOOLE y BROWN). 1946. Las cápsulas con semillas flotan en los canales de riego y las producidas en los terrenos incultos próximos a estas conducciones, hacen posible la invasión de parcelas aguas abajo. Las semillas también se dispersan por el estiércol y el purín (SAAVEDRA *et al.* 1995).

Diversos métodos de control de abutilon junto con su problemática han sido objeto de varias revisiones bibliográficas (BLUMENFELD *et al.*, 1984; MILLS *et al.*, 1989; BUHLER *et al.*, 1990; LUESCHEN *et al.*, 1993; BENVENUTI *et al.*, 1994). Se han ensayado distintos métodos para controlar esta mala hierba, tales como la utilización de diversas prácticas culturales, el uso de herbicidas y el control biológico; no obstante la mayor parte de estos resultan poco efectivo o ineficaces.

El objetivo general de este trabajo consiste en estudiar el comportamiento de diferentes herbicidas de preemergencia, en cuanto a su eficacia en el control de *A. theophrasti* y su selectividad en algodón. El objetivo específico es emplear diferentes dosis y en diferentes ambientes, tanto bajo plástico como sin plástico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en diversas localidades: Sevilla y Burguillos en 1996 y Coria y Alcalá del Río en 1977. Los datos concretos de suelos, emplazamiento, fecha de siembra, etc..están descritos en la tabla 1.

Los tratamientos se efectuaron con un pulverizador experimental de 10 litros de capacidad, provisto de una única boquilla de abanico plano, con consumo de 280 l/ha a baja presión (2-2,5 kg/cm<sup>2</sup>), a primera hora de la mañana para evitar los efectos de la brisa y deriva de productos, y posteriormente se incorporaron al suelo aquellos productos que lo requirieron. En los casos de cultivo bajo plástico, para una correcta aplicación de los tratamientos se levantó este por uno de los lados en cada banda, lo que sirvió de protección, volviéndose a colocar para que el surco de siembra quedase totalmente sellado.

En todas las localidades seleccionadas, los ensayos se llevaron a cabo bajo plástico, además de Alcalá y Córía en 1.997 donde también se sembró algodón sin plástico. Siendo uno de los objetivos el control del abutilon, en 1.996 se eligieron las dosis recomendadas sin plástico (d.r.s.p.), aplicandolas en siembra bajo el mismo. En 1.997 en cultivo bajo plástico se eligieron tres dosis: en suelo ligero la menor o mitad de la d.r.s.p. y la intermedia o tres cuartos de la d.r.s.p.; en suelo pesado la intermedia (3/4 d.r.s.p., y la mayor equivalente a la d.r.s.p.).

En 1.996 se estimó la tolerancia del algodón evaluando la fitotoxicidad del algodón a los 31 DDT (días después del tratamiento); en 1.997 a los 14 y 21 D.D.T. empleando una escala de 0-10 donde: 0 = plantas sin daño; 1 = ligera decoloración; 2 = decoloración o depresión perceptible; 3 = daño muy leve; 4 = daño claramente apreciable, aunque recuperable; 5 = daño de recuperación dudosa; 6 = daño no recuperable; 7 = daño muy importante; 8 = plantas casi destruidas; 9 = plantas completamente destruidas.

La eficacia se determinó mediante el conteo del número de abutilon emergidos a los 21 DDT en los 4 metros lineales de los dos surcos centrales, en 1.996 y en los 8 metros lineales, en 1.997. Se calculó la eficacia según la fórmula de Abbot. Las eficacias numéricas se clasificaron de acuerdo con los siguientes niveles de control: 100% = excelente; 99,0-96,5 = muy buena; 96,5-93,0 = buena; 93,0-87,5 = satisfactoria; 87,5-80 = aceptable; 80-70 = insatisfactoria; 70-50 = deficiente; 50-1,0 = muy deficiente. El

análisis estadístico de la varianza se realizó con ayuda del programa Statgraphic. La comparación de medias se efectuó con el test de Duncan, al nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **ALGODÓN BAJO PLÁSTICO**

Las fitotoxicidades ocasionadas en el cultivo del algodón así como las eficacias en el control de abutilon por los herbicidas utilizados en los ensayos según las localidades y dosis, se ponen de manifiesto en las tablas 2 y 3.

Generalmente, el control de abutilon incrementó con el aumento de las dosis. Así, los tratamientos con metalacloro + prometina, dinitramina y cianazina a las dosis más elevada dieron un buen control comprendido entre 93-96,5%. Por el contrario, dichas aplicaciones no fueron bien toleradas por el cultivo, excepto el tratamiento con dinitramina en la localidad de Sevilla en 1996. Pendimentalina a 1,7 Kg/ha mostró un control aceptable, aunque a dicha aplicación ocasionó un daño en el cultivo de recuperación dudosa.

Tratamientos a dosis intermedia dieron mayoritariamente lugar a controles insatisfactorios o inferiores al 75% con la salvedad de las aplicaciones de metalacloro + prometina y la dinitramina que llegaron a alcanzar una eficacia del 90 y 92 en Coria y Alcalá (1997), respectivamente. Dichos herbicidas presentan niveles de fitotoxicidad de recuperación dudosa o no recuperable.

Por otro lado, las dosis menores no proporcionaron control alguno de la mala hierba.

### **ALGODÓN SIN PLÁSTICO**

Entre los herbicidas utilizados en algodón sin plástico la mayor eficacia en el control de abutilon se obtuvo con cianazina aplicada a 2,3 Kg/ha seguido de dinitramina a 0,6 Kg/ha, pendimentalina a 1,7 Kg/ha y metalacloro + prometina a 1+1 Kg/ha.

Si bien, el primer tratamiento alcanzó un control muy bueno (100%) el resto fue insatisfactorio (70-80%). Por otro lado, el mejor comportamiento de cara a la tolerancia del cultivo se obtuvo con el tratamiento de pendimentalina.

## **CONCLUSIONES**

De todos los herbicidas utilizados en algodón bajo plástico se puede concluir que el tratamiento de pendimentalina a 1,7 Kg/ha fue el que presentó un comportamiento más regular, con un control entre un 82-87%.

En algodón sin plástico la aplicación de cianazina a 2,5 Kg/ha puede ser una recomendación interesante para obtener un buen control de abutilon en suelos pesados.

En el caso de la búsqueda de una solución aceptable podría ser interesante no recurrir a dosis elevadas, y combinar algunas de estas materias de preemergencia, buscando además un complemento de postemergencia que pudiera ser eficaz y tolerado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de este trabajo agradecen a los técnicos D<sup>a</sup> María Jesús Caro Vergara, D<sup>a</sup> Lorena Caúm Bolaños, D<sup>a</sup> Marisa Espejo, D<sup>a</sup> Amparo Solís Palomo, D<sup>a</sup> María Eugenia Vázquez Vela y D<sup>a</sup> Rocío de la Viña Ruíz por su participación en los trabajos de campo. Agradecen también la colaboración prestada por las firmas comerciales Valenzuela y Asgrow Semillas y a los propietarios de las fincas citadas donde se ubicaron los ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BENVENUTI, S., MACHIA, M., STEFANI, I. (1994). Effects of chade on reproduction and some morphologicals of *Abutilon theophrasti* M L., *Datura stramonium* L., and *Sorghum halepense* L., Weed Resecarch. 35:283-288
- BLUMENFELD, T., KEIFFELD, Y., BARGUTII, A. (19984). Control of “hard to kill” weeds in cotton . Weed science . 64: 2184-2187
- BUHLER, D.D., PHILBROOK, B.D., OPLINGER (1990). Velvertleaf an giant foxtail control for soil soil-seeded siybean production tillage intensities Journal of production Agriculture. 3: 302-308
- CORTÉS, J.A., CASTEJÓN, M., MENDIOLA, M.A., 1.998. Incidencia del Abutilon en el Valle del Guadalquivir. Agricultura 924-927.
- KHEDIR, K.D., ROETH, F.W. (1981). Velvet leaf (*Abutilon theophrasti* L.) seed population in six continons-corn (*Zea Mays* L.) field Weed Science. 29 (4): 485-490
- LUESCHEN, V.E., ANDERSEN, R.N., HOVERSTAND, T.R. (19939. Seventeen years of cropping systems and tillage effect velvetleaf (*Abutilon theophrasti* M) seed longevity. Weed Science, 41: 82-86
- RODRIGUEZ OCAÑA, A., RUIZ AVILÉS, P. (1996). El sistema agroindustrial del algodón en España. M.A.P.A. 296 pp
- SAAVEDRA, M., CORTÉS, J.A., GOMEZ DE BARREDA, D., RODRIGUEZ BERNABÉ, J.A., TABERNER, M., CASTEJÓN, M., MONSERRAT, A., ZARAGOZA, C. (1995). Malas hierbas de difícil control. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SATTIN, M., ZANIN, G., BERTI, A. (1992). Case History for Weed Competition/Population Ecology velvetleal (*Abutilon Theophrasti*) in corn (*Zea mays*) Weed Technology, 6: 213-219
- TOOLE, E., BROWN, E. (1986). Final results of the buried seed experiments. J. Agricultural Reserach. 72: 201-210

Summary: Cotton herbicide control of *Abutilon theophrasti* M. in the Guadalquivir valley (Spain). Field studies were conducted in1996 and 1997 in several location of Guadalquivir valley to determine the efficacy of different preemergence application in cotton for abutilon control and to examine the crop response to thoses treatments. In general, the crop toxicity and abutilon control was affected by the herbicide dosis and soil texture. Pendimetaín at the highest dosis (1.7 kg/ha) resulted in a medium to high control of the pest, however it seems that this appication produced injury with doubtful recovery.

Cianazin at 2.3 kg./ha shown high control (100%) of the weed with medium phytotoxicity when the application took place on cotton without plastic covering. Treatments at the same dosis applied under plastic conditions produced elevated crop phytotoxicity.

Key words: Cotton, herbicides, crop response, Guadalquivir valley, cyanazine, dinitramine, metolachlor, prometryn, fluometuron, trifluraline, pendimetalin.

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

LOCALIDAD	SEVILLA	BURGUILLOS	CORIA RÍO	ALCALÁ RÍO
Año	1996	1996	1997	1997
Finca	Quintillo	Recaredo	Sta. Eufemia	Las Torres
Emplazamiento	37° N	37° 4' N	37° 18' N	37° 31' N
	5° 57' W	5° 56' W	6° 2' W	5° 58' W
Tipo de suelo	franco-arcilloso	franco-arcilloso-limoso	franco-arcilloso-limoso	franco-limoso
Fecha de siembra	1/VI	5/VI	14/IV	16/IV
Variedad	Coker 310	Coker 310	Crema 111	Crema 111
Densidad plantas por m <sup>2</sup>	20	20	20	20
Distancia entre líneas m.l.	0,95	0,95	0,95	0,95
Dispositivo experimental	Bloq.azar	Bloq.azar	Bloq.azar	Bloq.azar
Repeticiones	4	4	4	4
Tamaño parcela m <sup>2</sup>	20 (4x5)	20 (4x5)	32 (4x8)	32 (4x8)
Rajado del plástico	7-8/VI	11/VI	26/IV y 5/V	28/IV y 5/V
Eliminación del plástico	10/VI	12/VI	12/V	13/V (*)

(\*) También tuvo ensayo sin plástico de igual fecha de siembra.

TABLA 2. Efecto de los tratamientos herbicidas de preemergencia sobre el control de *A. Theopasti* en algodón bajo plástico (BP) y sin plástico, en la provincia de Sevilla.

M.A. (1)	Cianazina		Dinitramina		Metolachloro+ Prometina		Fluometurón+ Trifluralina		Fluome
Localidad	Dosis (2)	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis	Eficacia	Dosis
Sevilla 96 B.P.	2.3	100a	1.1	100a	1+1	100a	1.5+0.7	52b	1.5
Burguillo 96 B.P.	2.3	23.5c	1.1	44b	1+1	100a	1.5+0.7	47b	1.5
Coria 1/97 B.P.	2.3	81bc	0.6	96d	0.8+0.8	90cd	1.5+0.7	64ab	2

Coria 2/97 B.P.	1.8	64c	0.5	62c	0.8+0.8	65c	1.1+0.5	55bc	1.5
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	54bc	0.5	92e	0.8+0.8	76d	1.1+0.5	60c	10.5
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	32	0.3	29	0.5+0.5	51	0.7+0.4	25	1.5
Alcalá 97 S.P.	2.3	100c	0.6	78a	1+1	75a	1.5+0.7	66a	2
Coria 97 S.P.	2.3	100a	0.6	75b	1+1	71b	1.5+0.7	61c	2

(1) Materia activa. (2) Dosis en Kg/ha.

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28 respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

TABLA 3. Tolerancia del algodón bajo plástico (B.P.) y sin plástico (S.P.) a los tratamientos herbicidas de preemergencia. Provincia de Sevilla.

M.A. (1)	Cianazina		Dinitramina		Metolacloro+ Prometina		Fluometurón+ Trifluralina		Fluome
Localidad	Dosis (2)	Fitotoxic.	Dosis	Fitotoxic.	Dosis	Fitotoxic.	Dosis	Fitotoxic.	Dosis
Sevilla 96 B.P.	2.3	9d	1.1	1ab	1+1	5c	1.5+0.7	1ab	1.5
Burguillo 96 B.P.	2.3	5c	1.1	1ab	1+1	4.9c	1.5+0.7	2bc	1.5
Coria 1/97 B.P.	2.3	5.3b	0.6	4.8b	0.8+0.8	6b	1.5+0.7	2.8a	2
Coria 2/97 B.P.	1.8	2.8ab	0.5	3.5bc	0.8+0.8	5.3d	1.1+0.5	2ab	1.5
Alcalá 1/97 B.P.	1.8	3.3bc	0.5	4cd	0.8+0.8	64d	1.1+0.5	3abc	10.5
Alcalá 2/97 B.P.	1.3	0.5a	0.3	2bc	0.5+0.5	4.3d	0.7+0.4	0.8ab	1.5
Alcalá 97 S.P.	2.3	4.3a	0.6	4.8a	1+1	4.8a	1.5+0.7	3.8a	2
Coria 97 S.P.	2.3	3.3ab	0.6	4.3b	1+1	1.3a	1.5+0.7	1.9a	2

(1) Materia activa. (2) Dosis en Kg/ha.

El número medio de plantas de *A. theophrasti* en las parcelas testigos fue de 29, 17, 18, 26, 19, 32 y 28, respectivamente.

Mediante letras de izquierda a derecha se indican los niveles en la comparación de medias del test de Duncan en aquellos casos donde hubo diferencias significativas.

## **CONTROL DE *SALSOLA KALI* EN EL CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA**

J.L. VILLARIÁS, E. GARZÓN, J.R. GARCÍA  
Instituto de Recursos Naturales (I.Re.Na.) E.S.T.Ingeniería Agraria,  
UNIVERSIDAD DE LEÓN

Resumen: Una de las malas hierbas que más resistencia han mostrado a los herbicidas tradicionales selectivos de la remolacha azucarera, es la *Salsola kali* L., pero la adición de dos materias activas complementarias, siguiendo la técnica de las dosis reducidas de herbicidas, como son el quinmerac y el triflusaluron-metil, se han mostrado muy eficaces contra esa infestante tan dañina en algunas provincias de la Región de Castilla y León.

Palabras clave: *Beta vulgaris*, quinmerac, triflusaluron-metil.

### **INTRODUCCIÓN**

En el cultivo de la remolacha azucarera en Castilla y León se está extendiendo la quenopodiácea *Salsola kali* L., que es resistente a las materias activas clásicas selectivas de dicho cultivo.

Parece ser que esta adventicia procede de la zona predesértica de Monegros (J.C. Fernandez G., 1999) en la región de Aragón y se está extendiendo por el sur de la Comunidad de Castilla y León. Pasan desapercibidas en estado de plántula, ya que sus cotiledones filiformes hacen difícil su identificación en ese estado. Además la escasa superficie foliar de las hojas impiden la absorción de los herbicidas foliares.

Se observó, durante los años 1995 y 1996, que algunos herbicidas de acción residual, como quinmerac o triflusaluron-metil, tienen una cierta acción contra dicha maleza (Villarías, 1995 y 1996), atrofiando su crecimiento (quinmerac) o produciendo una clorosis y epinastia (triflusaluron-metil) en sus hojas, seguida de cierta mortandad.

Por esas razones la Consejería de Agricultura y Ganadería, de la Junta de Castilla y León, por medio del Plan de Experimentación Agraria, subvencionó estos ensayos, que empezaron en 1995. Aquí se presentan los resultados de las campañas de 1997 y 1998.

## MATERIAL Y MÉTODOS

A la vista de las experiencias desarrolladas durante 1995 y 1996, se procedió a realizar, en 1997 y 1998, una serie de campos de ensayos, en bloques al azar con tres repeticiones, de 50 m<sup>2</sup> cada una, en donde se pulveriza con un aparato de mochila de presión constante. Las variantes corresponden a cuatro mezclas de herbicidas, que se utilizan en postemergencia y cada uno de ellos se aplican en tres épocas de desarrollo de la *Salsola kali* L. La primera entre los cotiledones y las dos primeras hojas; la segunda entre las cuatro hojas hasta las seis; y la tercera entre las ocho hasta las doce hojas. La variedad utilizada fue Dea de Strube-Dieckman. La tierra era de textura franco-arenosa. Con el fin de eliminar la mayoría de las adventicias de hoja ancha se trató todo el campo en preemergencia con una mezcla de [cloridazona 65%] a 1,5 kg/ha + [metamitrona 85%] a 1,5 kg/ha.

Los ensayos se llevaron a cabo en: Fontiveros (Avila), Rubí de Bracamonte (Valladolid) y Villabañez (Valladolid).

### Diseño estadístico:

Se adoptó un diseño en split-plot, con cuatro diferentes mezclas de herbicidas en tres épocas de desarrollo de la *Salsola kali*, con tres repeticiones, lo que hace un total de 36 parcelas elementales.

I	A			C			B			D		
	1 A1	2 A3	3 A2	4 C2	5 C1	6 C3	7 B1	8 B2	9 B3	10 D1	11 D2	12 D3
II	B			D			C			A		
	24 B2	23 B1	22 B3	21 D2	20 D3	19 D1	18 C3	17 C1	16 C2	15 A3	14 A2	13 A1
III	B			A			D			C		
	25 B3	26 B1	27 B2	28 A2	29 A3	30 A1	31 D3	32 D1	33 D2	34 C2	35 C1	36 C3

### Variantes:

Siguiendo la teoría de las dosis reducidas de herbicidas en el cultivo de la remolacha azucarera, se han combinado un herbicida foliar (fenmedifam, desmedifam, con un residual (cloridazona + quinmerac), y un específico (triflusaluron-metil), de la forma siguiente:

**Parcelas (tratamientos herbicidas):**

A: [fenmedifam 8% + desmedifam 8%] 1,5 l/ha +  
+ [etofumesato 50%] 1 l/ha.

B: [fenmedifam 8% + desmedifam 8%] 1,5 l/ha +  
+ [quinmerac 5% + cloridazona 40%] 2 kg/ha

C: [fenmedifam 8% + desmedifam 8%] 1,5 l/ha +  
+ [triflusalufuron 50%] 0,075 kg/ha

D: [fenmedifam 8% + desmedifam 8%] 1,5 l/ha +  
+ [quinmerac 5% + cloridazona 40%] 2 kg/ha + [triflusalufuron 50%] 0,05 kg/ha.

**Subparcelas (épocas de tratamiento):**

1: Tratamiento entre cotiledones y 2 hojas

2: Tratamiento entre 4 hojas y 6 hojas

3: Tratamiento entre 8 hojas y 12 hojas

**Conteos:**

Se utilizó el sistema del aro de 0,1 m<sup>2</sup>, tirado 10 veces al azar, lo que supone que en cada parcela elemental se ha contado un total de 1m<sup>2</sup>. En los cuadros se han señalado el número de plantas de cada especie antes del tratamiento (n° a.) y después de la pulverización con la mezcla de herbicidas (n° d.), que se realizaron entre diez a quince días después de la aplicación.

**RESULTADOS**

A continuación, en las tablas 1, 2 y 3, se incluyen los resultados de los diferentes ensayos realizados, de los que únicamente se adjuntan las medias de las tres repeticiones de cada ensayo, para las plantas aparecidas y contadas antes del tratamiento, después del mismo y la eficacia resultante:

TABLA1.- Experimentación en Fontiveros (Avila)

VARIANTES	Salsola kali			Otras dicotiledóneas.			Total plantas		
	N° a.	n°d.	Eficacia	n° a.	n°d.	Eficacia	n° a.	n°d.	eficacia
Medias A1	51,33	2,33	95,76	4,33	0,00	100,00	55,66	2,33	96,21
Medias A2	41,33	15,00	61,85	2,33	1,33	44,44	43,66	16,33	60,44
Medias A3	38,33	43,66	0,00	4,66	1,33	66,66	43,00	45,00	0,00
Medias B1	38,33	0,33	99,10	7,00	0,33	91,66	45,33	0,66	98,62
Medias B2	28,00	4,66	83,59	6,33	0,33	94,44	34,44	5,00	85,51
Medias B3	29,33	8,66	63,87	4,00	1,00	73,66	33,33	9,66	65,80
Medias C1	25,00	1,33	94,91	8,00	5,00	39,77	33,00	6,3	80,77
Medias C2	32,33	5,00	84,70	8,33	4,33	49,53	40,66	9,33	77,61
Medias C3	28,66	11,66	59,28	5,66	5,00	22,22	34,33	16,66	51,16
Medias D1	28,66	0,00	100,00	4,00	0,00	100,00	32,66	0,00	100,00
Medias D2	27,66	0,66	97,29	8,33	0,33	94,44	36,00	1,00	96,80
Medias D3	20,33	1,66	91,91	8,00	2,00	75,27	28,33	3,66	87,25
c.v. %	12,1			19,5			5,4		
m.d.s. pp.	1% 42,3			1% 26,8			0,1% 27,3		
m.d.s. sp.	5% 24,3			5% 31,2			1% 32,0		

La población de infestantes más importante correspondía a *Salsola kali*, pero también aparecieron algunos ejemplares de *Chenopodium vulvaria*, *Sinapis arvensis* y *Xanthium spinosum*, que por su escasa incidencia se estudian dentro del total de dicotiledóneas.

TABLA 2.- Experimentación en Rubí de Bracamante (Valladolid)

VARIANTES Parcelas	Salsola kali			Otras dicotiledóneas.			Total plantas		
	Nº a.	nºd.	Eficacia	nº a.	nºd.	Eficacia	nº a.	nºd.	eficacia
Medias A1	50,66	2,00	96,59	6,66	0,00	100,00	57,33	2,00	97,03
Medias A2	56,66	18,33	66,54	8,00	1,33	83,66	64,66	19,66	68,89
Medias A3	57,66	59,66	0,83	7,00	2,66	59,25	64,66	62,33	4,06
Medias B1	33,33	0,33	100,00	13,00	0,33	97,62	46,33	0,66	98,63
Medias B2	33,00	4,33	84,78	7,33	0,33	94,44	40,33	4,66	87,47
Medias B3	38,66	9,00	62,53	5,00	1,00	72,50	43,6	10,00	64,68
Medias C1	58,33	1,33	98,07	8,00	5,00	35,77	66,33	6,33	90,13
Medias C2	53,66	5,00	89,54	8,33	4,33	49,53	62,00	9,33	84,55
Medias C3	47,33	11,66	72,18	5,66	5,00	22,22	53,00	16,66	63,72
Medias D1	52,00	0,00	100,00	4,00	0,00	100,00	56,00	0,00	100,00
Medias D2	54,33	0,66	98,87	8,33	0,33	94,44	62,66	1,00	98,91
Medias D3	53,66	1,66	96,76	11,00	2,00	77,77	64,66	3,66	93,06
c.v. %	17,5			18,7			7,2		
m.d.s pp.	1% 32,3			1% 23,8			0,1% 22,9		
m.d.s sp.	5% 25,4			5% 35,2			1% 30,5		

La población de infestantes más importante correspondía a *Salsola kali*, pero también aparecieron algunos ejemplares de *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare* y *Sinapis arvensis*, que por su escasa incidencia se estudian dentro del total de dicotiledóneas.

TABLA 3.- Experimentación en Villabañez (Valladolid)

VARIANTES Parcelas	Salsola kali			Otras dicotiledóneas.			Total plantas		
	Nº a.	nºd.	Eficacia	nº a.	nºd.	Eficacia	nº a.	nºd.	eficacia
Medias A1	22,33	0,00	100,00	0,66	1,33	0,00	23,33	1,33	93,56
Medias A2	23,66	1,33	94,96	3,00	4,00	0,00	27,00	5,33	80,87
Medias A3	28,00	31,66	0,00	1,00	3,00	0,00	29,00	34,66	0,00
Medias B1	21,33	0,33	97,92	1,66	0,33	91,66	23,33	0,66	97,00
Medias B2	13,33	2,00	84,44	1,33	0,66	66,00	15,33	2,66	81,40
Medias B3	19,00	2,66	84,60	2,66	1,66	36,11	22,00	4,33	77,85
Medias C1	19,66	1,33	94,34	2,66	0,33	94,44	22,33	1,66	93,00
Medias C2	23,66	2,00	91,04	2,33	0,66	75,00	26,33	2,66	89,40
Medias C3	23,33	5,00	78,57	5,00	0,66	87,96	28,33	5,66	80,15
Medias D1	22,00	0,00	100,00	0,66	0,00	100,00	23,33	0,00	100,00
Medias D2	21,33	0,66	96,63	4,00	0,33	96,29	29,00	1,00	96,18
Medias D3	29,66	1,00	96,49	3,66	0,33	95,83	28,66	1,33	95,43
c.v. %	12,5			34,7			12,2		
m.d.s pp.	1% 35,8			1% 25,1			0,1% 23,8		
m.d.s sp.	5% 27,3			5% 32,2			1% 33		

La infestación más fuerte correspondía a la *Salsola kali*, pero había una cierta población de *Chenopodium vulvaria*, y algunos ejemplares de *Ch. album* y *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*, que se han estudiado por separado, como otras dicotiledóneas y en el total de plantas.

No se han observado síntomas de fitotoxicidad para el cultivo en ninguna de las variantes aplicadas.

## DISCUSIÓN

La variante que utiliza el etofumesato como producto específico de control a *Salsola kali* L., solo proporciona buenos resultados en aplicaciones en estados muy precoces; pero cuando se desarrollan las infestantes sus controles son insuficientes.

La utilización de quinmerac o triflusaluron-metil, por separado, controlan dicha adventicia de forma moderada en estados de desarrollo ligeramente avanzado. Se observa una diferencia de fitoacción herbicida en esas materias activas.

La combinación de quinmerac y triflusaluron-metil en postemergencia ha dado magníficos controles de *Salsola kali* L., aún en estados de desarrollo entre 8 a 12 hojas.

El mayor o menor control del total de la flora adventicia depende de la adecuación de las materias activas a la efectividad sobre ellas.

Estos resultados obtenidos durante 1997 y 1998, confirman los obtenidos durante los años 1995 y 1996. Se consolida y refuerza la idea de que las acciones herbicidas diferentes producidas por quinmerac (atrofia de crecimiento) y triflusaluron-metil (clorosis y elongación foliar), producen un sinergismo singular en el control de *Salsola Kali* L.

## CONCLUSIONES

La inclusión de la mezcla de quinmerac más triflusalurón-metil, ha dado en los ensayos realizados, un control altamente satisfactorio de *Salsola kali* L. incluso en estadíos relativamente desarrollados.

La mezcla no ha producido ningún tipo de fitotoxicidad aparente en el cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León que subvencionó los dos primeros años de estos ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- FERNANDEZ GARCÍA, J.C. (1999): Problemática de las malas hierbas y el empleo de los herbicidas de cereales en Castilla y León". Tesis Doctoral. Universidad de León.
- VILLARÍAS, J.L. (1972): Los herbicidas y las malas hierbas en el cultivo de la remolacha azucarera. Zaragoza. Z-746-72.
- VILLARÍAS, J.L. (1992): Adventices difficiles à combattre et leur control. Institut International de Recherches Betteravieres (IIRB). Bruselas. 333-351.
- VILLARÍAS J.L. (1995): Utilización de las dosis reducidas de herbicidas en el cultivo de la remolacha azucarera. Plan de experimentación Agraria (PEA). Valladolid. 123-126.

- VILLARÁS, J.L. (1995): El uso de los herbicidas en la remolacha azucarera en la provincia de León. León. DL LE-422-96.
- VILLARÍAS, J.L. (1996): El cultivo de la remolacha azucarera en Salamanca: problemas y soluciones. Salamanca. DL S.217-1996.
- VILLARÍAS, J.L. (1996): Utilización de las dosis reducidas de herbicidas en el cultivo de la remolacha azucarera, para controlar *Salsola kali*. Plan de experimentación Agraria (PEA). Valladolid. 126-128.
- VILLARÍAS, J.L. (1999): Compendio práctico del cultivo de la remolacha azucarera. Agrotécnicas S.L. Madrid. ISBN 84-87480-65-9.

Summary: Control of *Salsola kali* L. in the sugar beet crop. One of the most resistant weeds to traditional selective herbicides for sugar beet crops, it is the *Salsola kali* L., but the addition of two complementary active ingredient, along the lines of the reduced dose technique, such as the quinmerac and the triflurosulfuron-metil, has been shown to be very efficient against this harmful weed in the some provinces of the Castille and Lion Region.

Key words: *Beta vulgaris*, quinmerac, triflurosulfuron-metil.

**SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN NUEVAS PLANTACIONES DE *Quercus rotundifolia* Y *Pinus halepensis***

M.J. JIMENEZ y M.M. SAAVEDRA\*

Dpto. Sanidad Vegetal. C/ Tomás de Aquino, 1. 14004 Córdoba

\* Dpto. Protección Vegetal. C.I.F.A. Apdo. 3092. Córdoba

**Resumen:** El control de las malas hierbas en una reforestación en tierras retiradas de cultivo puede ser imprescindible para asegurar su implantación, pero presenta graves dificultades debido a la escasez de herbicidas autorizados en especies forestales. Se aplicaron siete herbicidas, a dos dosis cada uno, dos años consecutivos en una plantación nueva de encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) y pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller). Los plantones mostraron una **buena tolerancia a los diversos tratamientos**. Destacaron por alcanzar un **mayor desarrollo** los tratados con **oxifluorfén, orizalina y simazina**. Hexazinona mostró también una buena selectividad en pino, aunque ésta puede quedar gravemente reducida en plantones jóvenes en determinadas circunstancias.

**Palabras clave:** encina, pino carrasco, tolerancia, plantones forestales.

## INTRODUCCION

Para asegurar el éxito de las reforestaciones en tierras retiradas de cultivo es necesario el control de las malas hierbas. El empleo de herbicidas en estas plantaciones ha sido escaso (NAVARRO y SAAVEDRA, 1997), debido a la falta de experiencia y a la escasez de productos autorizados en forestales (M.A.P.A., 1998). A lo largo de varios años de ensayos, los resultados obtenidos sobre selectividad de una amplia gama de herbicidas en plantones forestales (JIMENEZ y CABEZUELO, 1995a,b; JIMENEZ y SAAVEDRA, 1996 y 1997), nos permitió seleccionar una serie de productos con los que proseguir el estudio en plantaciones. El ensayo que aquí se describe tuvo como objetivo comprobar la **tolerancia en campo de plantones de *Quercus rotundifolia* Lam. (encina) y *Pinus halepensis* Miller (pino carrasco) a los herbicidas seleccionados, en aplicaciones durante dos años sucesivos.**

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo con plantones de *Q. rotundifolia* y *P. halepensis*, durante dos años en una plantación en Córdoba. Los plantones con un año se transplantaron en la 2ª semana de febrero de 1997, en

un terreno franco-limoso. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental, de 12 m<sup>2</sup>, estuvo constituida por 10 plantones de cada especie. Las malas hierbas fueron eliminadas antes del transplante en todo el ensayo, mediante escarda mecánica y aplicación de herbicida total de absorción foliar. Estas escardas se repitieron al final de las observaciones del primer año y nuevamente antes de la aplicación del segundo año; no obstante, una parcela de cada bloque se mantuvo como testigo, no realizándose ninguna escarda desde la plantación.

Las aplicaciones se realizaron el 17/febrero/1997 y el 9/enero/1998, con un pulverizador de presión por gas y boquillas Teejet XR8002 VS, gastando 285 l/ha. Esta aplicación se realizó sobre los propios plantones, que se encontraban con las yemas en reposo. Se ensayaron 7 tratamientos herbicidas, a dos dosis cada uno (A y B), que se indican en la Tabla 1. La intensa sequía que se produjo en los meses de febrero y marzo de 1997 obligó a realizar un par de riegos para asegurar la supervivencia de los plantones. La ausencia de lluvias tras la aplicación del primer año pudo dificultar la adecuada incorporación de los herbicidas en el terreno. En cambio, en el segundo año las condiciones de humedad del terreno permitieron la normal incorporación de los herbicidas.

MATERIAS ACTIVAS (%)	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS (kg m.a./ha)	
		A	B
1.-Hexazinona, 90 <sup>(1)</sup>	Velpar	1	2
2.-Orizalina, 48	Surflan	2	3
3.-Oxifluorfén, 24	Goal-EC	0'5	1
4.-Simazina, 50	Quimazina 50	1	2
5.-Isoxaben, 50	Rokenyl 50	0'12	0'25
6.-Clortolurón, 53 + terbutrina, 10'75 + triasulfurón, 0'25	Tricurán 64 WG	0'8+0'16+0'0038	1'6+0'32+0'0075
7.-Tribenurón, 75 + fluazifop-butil, 12'5	Granstar+ Fusilade	0'02+0'2	0'03+0'3

Tabla 1. Herbicidas y dosis de materia activa (m.a.) empleados en el ensayo.

<sup>(1)</sup> La aplicación de hexazinona se realizó exclusivamente sobre pino.

La fitotoxicidad se evaluó de forma visual mensualmente hasta junio en cada año, siguiendo una escala de 0 a 10. Los plantones muertos, con sintomatologías acusadas o con daños ajenos a los tratamientos producidos durante el 1<sup>er</sup> año fueron descartados para las evaluaciones del 2<sup>o</sup> año, con el fin de evitar el efecto distorsionador que ocasionaría su consideración. No obstante, el número descartado fue escaso, especialmente en encina, realizándose las evaluaciones del 2<sup>o</sup> año sobre un mínimo de 23-24 plantones por tratamiento.

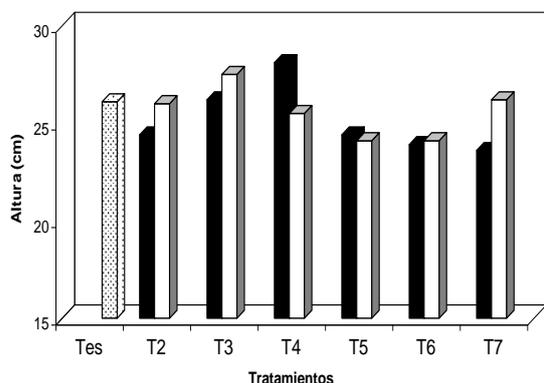
Se contabilizó la mortalidad de plantones y se compararon con los testigos los niveles de brotación. Así mismo, se midió el desarrollo de los plantones en noviembre/97 y en junio/98, anotándose el diámetro de la copa (sólo en pino) y la altura. Con las medidas de diámetro y altura se calculó el volumen del cono formado por la copa de los pinos. Se analizaron, mediante un test de mínimas diferencias significativas, la altura en encina y el volumen de copa en pino, para ambas fechas.

## RESULTADOS

El análisis de las medidas de **desarrollo** mostró diferencias entre tratamientos en encina y, especialmente, en pino (Fig. 1). Tras el primer año, en las medidas de altura de *Q. rotundifolia* no se obtuvieron diferencias significativas con el testigo, pero las de los tratamientos **tribenurón+fluazifop-butil (dosis A)**, **clortolurón+terbutrina+ triasulfurón e isoxaben** fueron menores. En el segundo año, las alturas de las encinas de las parcelas de tribenurón+fluazifop-butil e isoxaben continuaron siendo las menores, no reflejando diferencias significativas con las del testigo; por el contrario, las alturas **mayores y diferentes al testigo** ( $P<0'05$ ) fueron las de **oxifluorfén, simazina y orizalina (dosis B)**.

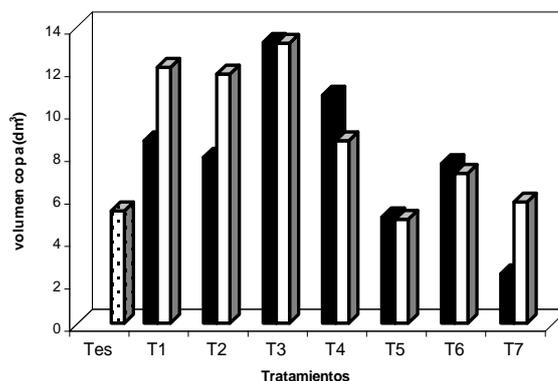
En *P. halepensis* los **menores** volúmenes de copa estuvieron en las parcelas de **tribenurón+fluazifop e isoxaben**, que no ofrecieron diferencias significativas con el testigo en ninguno de los años. Los volúmenes **mayores y diferentes al testigo** ( $P<0'05$ ) fueron los de las parcelas de **oxifluorfén, hexazinona, simazina y orizalina**, en ambos años.

### *Quercus rotundifolia*



### *Pinus halepensis*

#### 1<sup>er</sup> año



#### 2<sup>o</sup> año

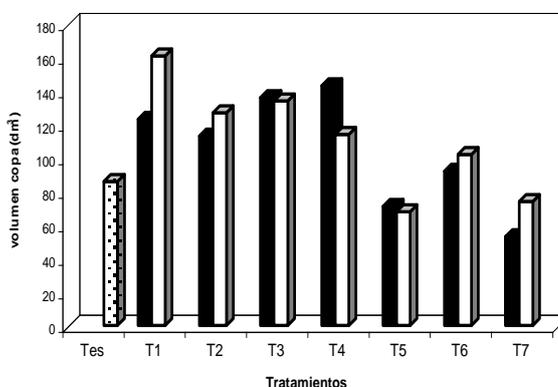
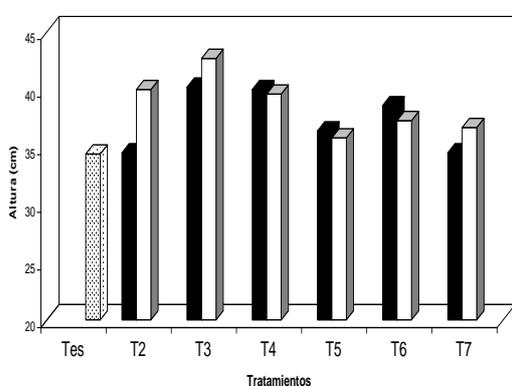


Fig. 1. Medidas de altura de encinas y de volumen de copa de pinos al final del 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> año de ensayo, en los tratamientos ensayados (Dosis: ■ A, □ B. La numeración se corresponde con la indicada en la Tabla 1. Tes: parcela testigo).

Los plantones de *Q. rotundifolia* no presentaron a simple vista **ningún otro tipo de síntomas** atribuibles a fitotoxicidad por herbicidas a lo largo de los dos años.

En *P. halepensis* en el primer año orizalina, oxifluorfen y isoxaben tampoco provocaron ningún síntoma de fitotoxicidad destacable, así como simazina a la dosis inferior, pero sí se observaron **síntomas ligeros en hexazinona** durante el 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> mes tras la aplicación y, con **mayor intensidad, en clortolurón+terbutrina+triasulfurón**. En el segundo año, aparte de las diferencias de desarrollo ya indicadas, no se observaron síntomas de fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos.

La **supervivencia** fue muy elevada. Solamente se produjo la muerte de alguno de los plantones de encina en los tratamientos clortolurón+terbutrina+triasulfurón y tribenurón+fluazifop-butyl (10-15% de mortalidad tras el periodo estival del 1<sup>er</sup> año). La supervivencia de los pinos fue incluso mejor que la de las encinas; únicamente tras el primer verano se contabilizó alguna muerte de plantones en la dosis inferior de tribenurón+fluazifop-butyl (6.5% de mortalidad).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Considerando los resultados de desarrollo y supervivencia, **tres de los tratamientos ofrecieron una selectividad dudosa en pino carrasco y encina: tribenurón+fluazifop-butyl, clortolurón+terbutrina+triasulfurón e isoxaben**, por lo que se desaconseja su empleo sobre estos

plantones. En cambio, los tratamientos **oxifluorfen, simazina y orizalina presentaron una buena selectividad**, permitiendo unos crecimientos de los plantones significativamente superiores a los del testigo, especialmente en pino, mientras que en encina estas diferencias significativas no se presentaron hasta el segundo año. **Estos resultados, junto con los de ensayos previos (JIMENEZ y SAAVEDRA, 1996 y 1997) avalan un posible empleo de oxifluorfen, orizalina y, con mayores precauciones, de simazina en plantones de ciertas especies forestales, si bien, este uso no está actualmente autorizado en el Registro de Productos Fitosanitarios (M.A.P.A., 1998).**

Los síntomas de fitotoxicidad que se presentaron en el tratamiento de hexazinona fueron pasajeros y no repercutieron en el desarrollo posterior de los pinos, que tuvieron un crecimiento significativamente superior al testigo. Además, el control de malas hierbas por este herbicida fue excelente durante bastantes meses, mientras que en los demás tratamientos la eficacia fue variable, sin que el control superara en ningún caso los dos o tres meses. **Hexazinona** es el único producto de los ensayos autorizado en pinos, pero su **selectividad en plantones es reducida** (FERNANDEZ-CAVADA et al., 1995; JIMENEZ y SAAVEDRA, 1996), por lo que, a pesar de la buena tolerancia presentada en este ensayo, antes de decidir su empleo en pinos de un año deben **considerarse todos los condicionantes de la aplicación** (correcta dosificación, tipo de suelo, incorporación del herbicida y otros).

A la hora de valorar estos buenos resultados de selectividad de varios de los herbicidas, que confirman los obtenidos en diversos ensayos previos en macetas (JIMENEZ y SAAVEDRA, 1996 y 1997), hay que considerar la **inadecuada incorporación de los herbicidas por la extrema sequía tras la aplicación del primer año**, que pudo reducir la acción de los productos, de forma que las ligeras **fitotoxicidades** ocasionadas en ese año por clortolurón+terbutrina+triasulfurón o hexazinona tal vez **podrían haberse acentuado** con unas condiciones climatológicas más propias del invierno. En el segundo año, las condiciones de humedad permitieron una más adecuada incorporación, aunque la tolerancia de los plantones, con un año más de edad, fue aún mejor.

## AGRADECIMIENTOS

A D. Andrés Gutiérrez, Dña. Trinidad Gutiérrez y Dña. Amalia Moreno, que colaboraron en los trabajos de campo. El estudio fue financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (Proyecto PIR-9517).

## BIBLIOGRAFIA

- FERNANDEZ-CAVADA, S.; COSCULLUELA, J.; SOPEÑA, J.M. y ZARAGOZA, C. (1995). Primeros resultados de un ensayo de herbicidas en vivero de *Pinus halepensis* y *P. pinaster*. Congreso Sociedad Española de Malherbología. Huesca. 297-301.
- JIMENEZ, M.J.; CABEZUELO, P. (1995a). Evaluación de la fitotoxicidad de herbicidas sobre plantones de encina. *Phytoma*, 73, 32-38.
- JIMENEZ, M.J.; CABEZUELO, P. (1995b). Evaluación de la fitotoxicidad de herbicidas sobre plantones de *Quercus rotundifolia* Lam. (encina). Congreso Sociedad Española de Malherbología. Huesca. 225-228.
- JIMENEZ, M.J.; SAAVEDRA, M.M. (1996). Selectividad de herbicidas en plantones de pinos. Datos no publicados.
- JIMENEZ, M.J.; SAAVEDRA, M.M. (1997). Tolerancia de plantones de *Quercus* sp. a herbicidas remanentes. Congreso Sociedad Española de Malherbología. Valencia. 347-353.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION (1998). Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitarios. Subdirección General de Sanidad Vegetal. Madrid.
- NAVARRO, R.M.; SAAVEDRA, M.M. (1997). El laboreo de conservación en la forestación de tierras agrarias. En Agricultura de Conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. L. García y P. González (eds.). Asociación Española Laboreo de Conservación / Suelos Vivos. Córdoba. 328-345.

Summary: Selectivity of herbicides in *Quercus rotundifolia* and *Pinus halepensis* young plantations. The competition of weeds in forest plantations on set-aside is very important. The application of herbicides on forest species has been unusual. The tolerance of *Quercus rotundifolia* (oak) Lam. and *Pinus halepensis* (Aleppo pine) Miller to seven herbicide treatments, at two rates in two years, was studied in a young plantation. The tolerance of the young trees to the herbicides was satisfactory. Oxyfluorfen, oryzalin and simazine showed the largest growth. Hexazinone presented light phytotoxicity symptoms.

Key words: oak, Aleppo pine, tolerance, young forest trees.

## **RESPUESTA DE *PINUS PINEA* AL HERBICIDA SIMAZINA**

M. VILLARROYA, M.C. CHUECA, M. ORTEGA, J.M. GARCÍA BAUDÍN  
Departamento de Protección Vegetal. INIA. Carretera de La Coruña Km 7,5. Madrid.

Resumen: Se estudia la respuesta del *Pinus pinea* L. a simazina, midiendo la inhibición del Fotosistema II producida por este herbicida, mediante la determinación de la respuesta por fluorescencia clorofílica sobre las primeras hojas caulinares. La inhibición no total y la destoxificación del herbicida en la planta, nos señala la tolerancia del *Pinus pinea* a la simazina.

Palabras clave: Herbicidas, Fluorescencia clorofílica.

### **INTRODUCCIÓN**

En España se está procediendo a la implantación de especies arbóreas en numerosas zonas agrícolas abandonadas. La forestación de estas tierras se debe llevar a cabo con especies bien adaptadas a nuestras condiciones ambientales. El pino piñonero (*Pinus pinea* L.), es una conífera típica del área mediterránea, bien adaptada a las condiciones de nuestro país y por lo tanto adecuada para la forestación.

Uno de los principales problemas de la forestación de tierras agrícolas es la competencia de las malas hierbas en el momento de la implantación del cultivo forestal y en los primeros años de su desarrollo, (FROCHOT y TRICHET, 1988 ; MORRIS et al., 1994), que en nuestro país se ve agravado por los problemas de falta de agua en los periodos estivales.

La escarda mecánica sería un método de control válido pero que agrava el problema de la erosión, por lo tanto son los herbicidas el medio más adecuado de protección del cultivo forestal frente a factores climáticos y a las malas hierbas.

La hexazinona, simazina y terbutilazina son triazinas de gran interés para su utilización en estas coníferas, debido al control que ejercen sobre un amplio espectro de malas hierbas, y a que su persistencia es adecuada para defender a estas especies de las malas hierbas.

*Pinus pinea* L. es tolerante a hexazinona y por tanto este herbicida es susceptible de ser empleado en pino (VILLARROYA et al., 1997). El objeto de este trabajo es estudiar la respuesta de *Pinus pinea* L. a otra triazina, la simazina, mediante la utilización de la fluorescencia clorofílica sobre las primeras hojas caulinares, método señalado para medir la diferente sensibilidad de distintas especies vegetales a herbicidas inhibidores de la fotosíntesis, como es el caso de las triazinas (DUCRUET y GASQUEZ, 1978).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado son plántulas de *Pinus pinea* L. jóvenes. Estas plántulas crecidas en soporte de vermiculita impregnada con solución nutritiva Hewitt en invernadero (sin aporte adicional de luz y temperaturas entre 20-24° C máxima y 10-14° C mínima), fueron transferidas cuando los cotiledones estaban formados, a tubos forrados con cartulina negra, de 2,3 cm de diámetro y 24,5 cm de altura, conteniendo 90 ml de solución nutritiva Hewitt, y colocados en cámara climática con un fotoperiodo de 16 horas a 22±1° C (luz) y 8 horas a 16±1° C (oscuridad), con una humedad relativa entre el 50% (luz) al 70% (oscuridad) y una intensidad luminosa de 100  $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ .

Cuando comienza el crecimiento de las hojas verdaderas de la planta, la solución nutritiva se sustituye por una solución análoga conteniendo simazina a dosis de 0, 2 y 4 ppm durante 48 horas. Al final del tratamiento, se quita la solución con herbicida, se lavan las raíces y se restablece la solución nutritiva libre de herbicida. Cada tratamiento consta de una plántula por tubo de ensayo, realizándose diez repeticiones por tratamiento.

Los primeros registros de fluorescencia se efectúan sobre las primeras hojas caulinares u hojas juveniles al finalizar el tratamiento herbicida, así como 1, 2, 5, 7, 9 y 12 días después de retirado éste, utilizándose un detector Hansatech LD1. La señal producida se digitaliza mediante una tarjeta de conversión A/D, se almacena y analiza en ordenador.

La cinética de inducción de fluorescencia fué analizada utilizando un programa similar al de DUCRUET et al., (1984).

La estimación de la inhibición fotosintética producida por el herbicida se determina mediante la relación  $(F_1 - F_0 / F_V)$ , señalada por DUCRUET et al., (1984), siendo  $F_0$  el nivel de fluorescencia emitido al comienzo de la excitación,  $F_1$  el nivel obtenido en un tiempo prefijado después del comienzo de la excitación y  $F_V$  la amplitud de la variable, es decir la diferencia entre fluorescencia máxima ( $F_P$ ) y la emitida al comienzo de la excitación ( $F_0$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados de las medidas de fluorescencia clorofílica. Observamos que en las plantas control en las que no hay inhibición de los centros fotosintéticos los valores del parámetro ( $F_i - F_o / F_v$ ) presentan unos niveles entre 0.21 y 0.23. En las plantas tratadas estos valores alcanzan 0,49 y 0,48 en el momento de retirar el tratamiento después de permanecer las plantas 48 horas en la solución herbicida a dosis de 2 y 4 ppm, lo que representa una inhibición no total de los centros activos por la simazina. En un ensayo similar empleando el herbicida hexazinona la inhibición a dosis de 2ppm es similar a la producida por simazina, mientras que a dosis de 4ppm la inhibición por hexazinona es superior con una inhibición de 0,73 en el momento de retirar el herbicida (VILLARROYA et al., 1997).

Días después del tratamiento	Dosis (ppm)		
	0	2	4
0	0,23±0,02	0,49±0,07	0,48±0,06
1	0,21±0,02	0,44±0,06	0,48±0,08
2	0,21±0,02	0,46±0,08	0,48±0,12
5	0,23±0,02	0,39±0,04	0,47±0,08
7	0,21±0,02	0,33±0,03	0,42±0,04
9	0,23±0,03	0,30±0,03	0,38±0,05
12	0,22±0,04	0,27±0,03	0,31±0,02

TABLA 1. Valores de  $(F_i - F_o) / F_v$  en hojas de *Pinus pinea* L. tratadas 48 horas con simazina. Los valores son medias de 10 repeticiones.

Los valores de fluorescencia clorofílica se mantienen constantes durante los primeros días después de retirado el tratamiento, disminuyendo después paulatinamente mas rápidamente para la dosis de 2 ppm que para la dosis mas elevada de 4 ppm. Al final del ensayo doce días después de retirado el tratamiento, la destoxificación del herbicida es prácticamente total a la dosis mas baja de 2 ppm. A la dosis de 4 ppm se ha producido una destoxificación elevada pero que todavía no llega a ser completa. A lo largo de todo el ensayo y al contrario de lo que se producía frente a hexazinona, hay poca variabilidad en los resultados prueba de una respuesta homogénea de estas plantas frente a simazina.

La diferente sensibilidad de las plantas a herbicidas inhibidores de la fotosíntesis se ha determinado por diferentes autores mediante medidas de inhibición del Fotosistema II en las hojas, produciéndose en las plantas tolerantes una inhibición inicial por el herbicida que va seguida de una destoxificación más o menos rápida en relación con el grado de tolerancia. Las plantas sensibles por contra no destoxifican. La medida de la inhibición del Fotosistema II se ha utilizado para determinar la tolerancia de numerosas especies a inhibidores de la fotosíntesis como, derivados de urea (VAN LEEUWEN y VAN OORSCHOT, 1976 ; SIXTO y GARCÍA BAUDÍN, 1988.) ; triazinas y triazinonas (CADAHÍA et al., 1985; DUCRUET et al., 1993; GARCÍA-VALCARCEL et al., 1994).

Los resultados de este trabajo en *Pinus pinea* con una inhibición no total por el herbicida seguida de una paulatina destoxificación que se ajusta al comportamiento de una planta tolerante, permite considerar la tolerancia de esta especie a simazina y que esta tolerancia es debida a una inhibición media seguida de destoxificación.

## BIBLIOGRAFÍA

- CADAHIA, E.; LANSAC, A.R.; GARCIA-BAUDIN, J.M. & AGUIRRE, R. (1985). Utilización de la fluorescencia clorofílica para la determinación de la resistencia del *Silybum marianum* (L.) Gaertn, a la atrazina. An. INIA. Ser. Agr. 28: 323-331.

- DUCRUET, J.M. & GASQUEZ, J. (1978). Observation de la fluorescence sur feuille entière et mise en évidence de la résistance chloroplastique à l'atrazine chez *Chenopodium album* L. et *Poa annua* L.. Chemosphere 8: 691-696.
- DUCRUET, J.M.; GAILLARDON, P. & VIENOT, J. (1984). Use of Chlorophyll Fluorescence Induction Kinetics to Study Translocation and Detoxification of DCMU-Type Herbicides in Plant Leaves. Z. Naturforsch. 39c: 354-358.
- DUCRUET, J.M.; SIXTO, H. & GARCIA-BAUDIN, J.M. (1993). Using Chlorophyll Fluorescence Induction for a Quantitative Detoxification Assay with Metribuzin and Chlorotoluron in Excised Wheat (*Triticum aestivum* and *Triticum durum*) Leaves. Pestic. Sci. 38: 295-301.
- FROCHOT, H. & TRICHET, P. (1988). Influence de la compétition herbacée sur la croissance de jeunes pins sylvestres. VIII<sup>ème</sup> Coll. Int. Biologie, Ecologie, Systématique Mauvaises Herbes: 509-516. Dijon (France).
- GARCIA-VALCARCEL, A.; VILLARROYA, M.; CHUECA, M.C.; TADEO, J.L. & GARCIA-BAUDIN, J.M. (1994). Selectivity of SMY 1500 (4-amino-6-tert-butyl-3-ethylthio-1,2,4, triazin-5(4H)-one) in *Triticum durum*. Pestic. Sci. 41: 117-120.
- MORRIS, L.A.; MOSS, S.A. & GARBETT, W.S. (1994). Competitive Interference Between Selected Herbaceous and Woody Plants and *Pinus taeda* L. During Two Growing Seasons Following Planting. For. Sci. 39(1): 166-189.
- SIXTO, H. & GARCIA-BAUDIN, J.M. (1988). Diferente respuesta a los herbicidas clortolurón e isoproturón en tres cultivares de trigo blando. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 3(2): 243-253.
- VAN LEEUWEN, P.H. & VAN OORSCHOT, J.L.P. (1976). Effects of some phenylurea herbicides on photosynthesis of two wheat varieties. Weed Res. 16: 11-14.
- VILLARROYA, M.; CHUECA, M.C.; MONTERO, G. & GARCIA BAUDÍN, J.M. (1997). Respuesta de *Pinus pinea* al herbicida hexazinona. Actas I Congreso Forestal Hispano Luso. Pamplona. 679-684.

Summary: *Pinus pinea* response to herbicide Simazine. *Pinus pinea* L. response to simazine was studied, measuring herbicide photosystem II inhibition, by means of the determination of the juvenile needles chlorophyll fluorescence response. No total inhibition and detoxification of the herbicide in the plant points out the tolerance of *Pinus pinea* L. to simazine.

Key words: Herbicides, Chlorophyll fluorescence.

## **LA RESISTENCIA DE LAS MALAS HIERBAS A LOS HERBICIDAS. UNA OPORTUNIDAD PARA REALIZAR TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

TABERNER, A.

Servicio de Protección de los Vegetales. Generalitat de Cataluña  
Rovira Roure 177. 25198 Lleida

### **INTRODUCCIÓN**

Esta ponencia tiene como objetivo ser el nexo de unión de todos los trabajos presentados a esta Sesión sobre la resistencia de las malas hierbas a los herbicidas. En ella se presentan diferentes trabajos sobre esta temática, pero el interés básico que se quiere dar a esta Sesión es la de ser un punto de encuentro entre los distintos sectores implicados en el control de malas hierbas de tal manera que se pueda realizar la transferencia de la tecnología que permita la racionalización de su control.

De hecho, no hay nada que una más que un problema común. En nuestro caso este problema común son las malas hierbas y el hecho de que haya distintos puntos de vista sobre él, permite que pueda haber un flujo de información entre los mismos. Fomentar este flujo de información es lo que se pretende en esta Sesión.

### **SECTORES IMPLICADOS Y OBJETIVOS DE LA TRANSFERENCIA**

¿Quién está implicado en el control de malas hierbas?. En primer lugar el agricultor, que desea obtener un beneficio con su control, sobre la base de evitar los daños que le producen en sus cultivos.

Como el método de control más utilizado es el uso de herbicidas, también están implicados los sectores comerciales de los mismos, es decir, el distribuidor local de fitosanitarios y la empresa fabricante que provee al distribuidor de dichas materias activas.

Junto a los anteriores protagonistas del control de la vegetación arvense también deben contemplarse a los servicios oficiales, tanto de investigación y enseñanza como de transferencia de la tecnología aplicada en resolver estos problemas. En la página siguiente se presenta un esquema del flujo de información entre los sectores implicados

¿Qué se debe transferir?. Todos aquellos conocimientos que ayuden a la racionalización del control de las malas hierbas en los diferentes cultivos o ámbitos en los que se pueden encontrar. Así, es necesario transferir todos los conocimientos de que dispongamos sobre la biología de cada una de las malas hierbas. También deberá ser transferido todo lo que se sepa sobre los diferentes métodos de control que puedan afectarlas y su utilización combinada en programas de control integrado.

Por tanto, el ámbito de actuación es muy amplio, pues abarca desde la realización correcta del cultivo, aspecto que recoge todos los conocimientos de la Agronomía, hasta la aplicación de los últimos avances conseguidos con la biotecnología y el cultivo de variedades resistentes a los herbicidas. Entre estos dos extremos no debemos olvidar a los métodos de control, tanto químicos como físicos.

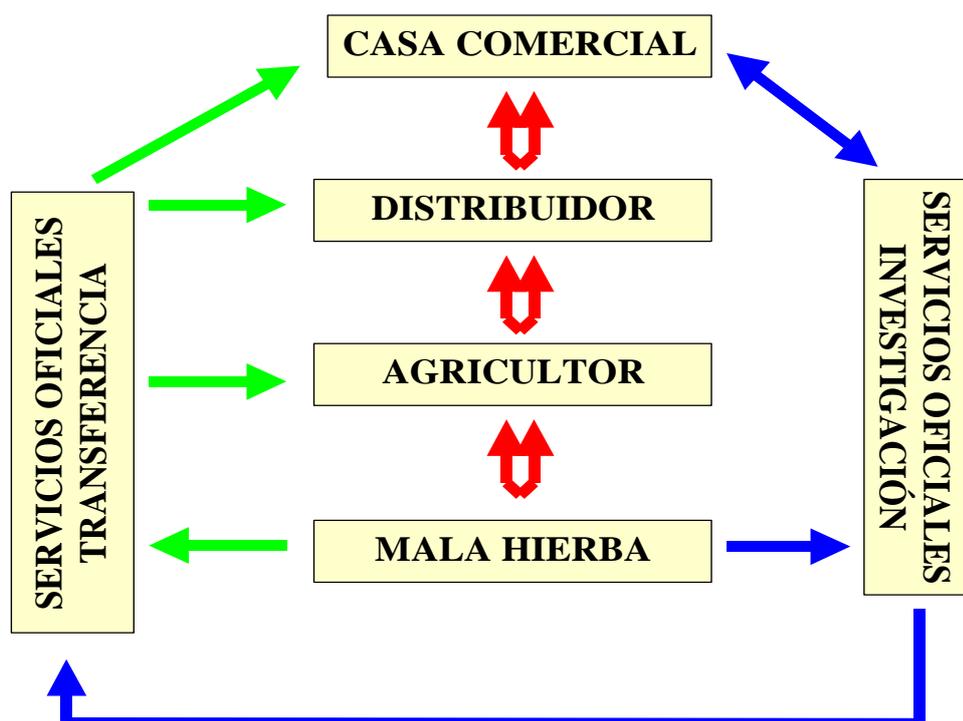


Figura 1. Flujo de información entre los diferentes sectores implicados en la prevención y control de la resistencia de las malas hierbas a los herbicidas.

## INTERÉS DE ESTA TRANSFERENCIA Y PROBLEMAS A RESOLVER

En primer lugar debemos considerar el interés directo de conseguir una racionalización en el control de las malas hierbas, finalidad que es del interés de todos, pues supone poder disfrutar de sus beneficios durante el máximo periodo de tiempo posible.

Por otra parte, dado que la actividad de transferencia que nos hemos propuesto implica a todos los sectores antes mencionados y supone la adquisición y puesta en común de numerosos conocimientos, se consigue un enriquecimiento mutuo entre todos los implicados.

Indirectamente, de conseguirse esta transferencia, supone un precedente para la colaboración en otros aspectos del control de malas hierbas e, incluso, de la Protección Vegetal en general. Se demostrará que la distancia entre los centros de investigación, ya sean privados o públicos, y el agricultor o, incluso, el consumidor de la ciudad, puede ser salvada. Aspectos de gran interés, por ejemplo, para mejorar la actitud ante la utilización de herbicidas.

Sin embargo, esta transferencia no está exenta de problemas. En primer lugar deberá salvar las diferencias surgidas entre los diferentes sectores protagonistas a causa de la diferencia en los objetivos perseguidos. También la mezcla de intereses técnicos y comerciales supondrá un importante problema a resolver.

Así, como ejemplo, podemos repasar la actitud en alguna de las situaciones que se pueden dar en la prevención de resistencias. Para el agricultor, el cambiar de cultivo o, al menos de sistema de cultivo supone, como mínimo, un esfuerzo de reflexión y en muchos casos un problema añadido si su explotación no permite las alternativas de cultivo. Para el distribuidor de fitosanitarios, ¿en que medida puede recomendar un herbicida que posiblemente pertenezca a la competencia?. Para el divulgador o el consejero técnico, ¿cómo recomendar un cambio de herbicida para controlar una especie en concreto

cuando ya tiene confianza en uno determinado?. Para la empresa fabricante, ¿cómo recomendar el cambio o la limitación de uso de una materia activa propia en beneficio de una materia activa que le sea ajena?, ¿como exigir fidelidad a un distribuidor cuando no puede satisfacer totalmente sus necesidades?. ¿Quién potencia simultáneamente el uso de herbicidas y de los llamados métodos alternativos?

## **FUNCIONES A DESARROLLAR POR CADA SECTOR IMPLICADO**

A la vista de la problemática generada por las resistencias y de la necesidad de transferencia podemos preguntarnos también cual deber ser la función a desarrollar por cada uno de sus protagonistas.

En la figura 2, se presenta el esquema de intercambio de información para obtener unos buenos niveles de Transferencia Tecnológica.

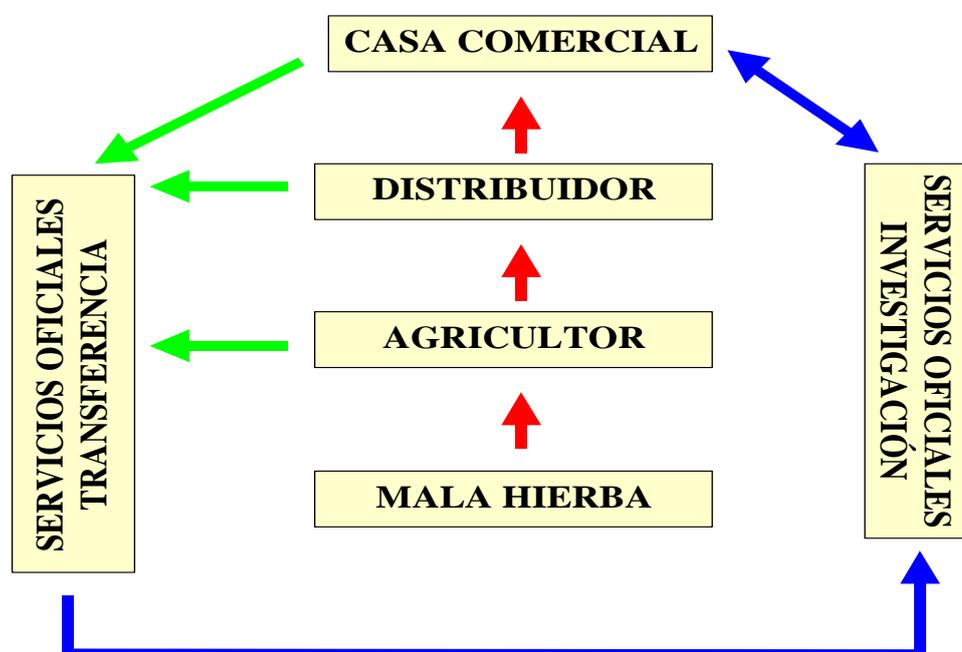


Figura 2. Retorno del flujo de información, necesario para una correcta transferencia de tecnología.

Los Servicios Oficiales deben ser transmisores de ideas difícilmente explicables por cada uno de los restantes sectores por sí solos y, también, generadores de información que permitan la determinación del problema y sus soluciones a nivel local, con el uso de herbicidas o de cualquier otro método que siendo económicamente viable tenga la suficiente eficacia.

Las casas comerciales deben aportar nuevos herbicidas, nuevas formulaciones o nuevas mezclas que proporcionen nuevas soluciones. Así mismo, deben generar cuanta más información sea posible la actuación de sus materias activas en función de la mala hierba controlada, de su fenología o de las condiciones ambientales en que se utiliza.

Los distribuidores de fitosanitarios resultan ser una pieza clave en este engranaje, dada su proximidad con el agricultor y, por tanto, la influencia que pueden tener sobre él. Tienen la posibilidad de recoger la eficacia obtenida con cada solución propuesta. Están próximos también con las casas comerciales de

quienes distribuyen los productos y le pueden hacer llegar la información obtenida. Pueden pedir más información, tanto al agricultor como a la casa comercial.

Los agricultores, por su parte, son los que han de poner en práctica las soluciones adoptadas. Son los que han de aplicar correctamente los herbicidas recomendados o utilizar convenientemente los demás métodos existentes. Al ser el final de la cadena, son los que pueden proporcionar información y solicitar asimismo qué información necesitan, dirigiendo de este modo los esfuerzos de los demás.

La Sociedad Española de Malherbología juega una función de vital importancia, la de ser el nexo común de unión, la de crear el ambiente propicio para tratar todas estas cuestiones y la de proporcionar la infraestructura básica necesaria. Una muestra de ello es este Congreso, que nos brinda la oportunidad de reunirnos a todos bajo un “paraguas” común.

Esta Sesión de Resistencias, pretende iniciar la transferencia que hemos descrito hasta aquí. Trata de movilizar la información en todas las direcciones posibles entre todos los protagonistas del control de las malas hierbas. Por todo ello, tiene un especial interés en establecer líneas de trabajo en común, que nos permitan afrontar este problema que a todos nos preocupa.

## CONCLUSIONES

Como conclusiones, a la vista de lo comentado hasta aquí, con el fin de concretar ideas, podemos expresar las siguientes:

1. Es necesario mantener el contacto establecido en esta Sesión de resistencias de las malas hierbas a los herbicidas y generar líneas de trabajo en común
2. Debe destacarse la necesidad de colaboración entre todos los sectores implicados: Agricultores, distribuidores de fitosanitarios, Casa Comerciales y Servicios Oficiales de Investigación, Transferencia y Enseñanza
3. Hay necesidad de que la información generada al abordar este problema circule en todos los sentidos posibles.

No cabe duda de que la oportunidad que ahora disfrutamos nos brinda la ocasión de poner en práctica un ejemplo interesante de transferencia de tecnología. Con este ánimo afrontamos la realización de esta Sesión sobre resistencia de las malas hierbas a los herbicidas.

Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología

### **DINAMICA DE LA APARICION DE RESISTENCIA A HERBICIDAS EN MALAS HIERBAS. IMPLICACIONES PARA SU GESTION.**

M.C. CHUECA

Departamento de Protección Vegetal.INIA.Carretera de La Coruña Km 7,5. Madrid.

Resumen: La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas es un fenómeno que está creciendo en todas las zonas con una agricultura desarrollada. La utilización de monocultivo con utilización de un único tipo de herbicida que ejerce una elevada presión de selección sobre unas poblaciones de malas hierbas, en las que existe variabilidad genética elevada, son algunos de los factores que juegan un papel importante en la aparición de poblaciones resistentes. Una agricultura que tenga en cuenta estos factores minimizando las causas de riesgo implicadas en la aparición de resistencias, permitirá retardar o incluso evitar el desarrollo de estas.

Palabras clave: resistencia, herbicida

Todos los seres vivos que se encuentran en la tierra están en constante proceso de evolución, es decir, de modificación de sus capacidades para adaptarse lo mejor posible al medio en que se tienen que desarrollar.

Los cultivos agrícolas son el resultado de la domesticación de unas determinadas plantas que el hombre pone en condiciones que les son favorables, para él poder aprovecharlas de forma más eficiente y cómoda para su nutrición y vestido. Las otras plantas que se encontraban en ese lugar se tienen que adaptar a este nuevo sistema completando su ciclo dentro del ciclo del cultivo; las que consiguen esa segunda gran adaptación son las malas hierbas. La lucha que el hombre mantiene contra estas plantas para defender aquellas que él aprovecha es constante y en ella tienen un papel primordial los herbicidas que eliminan la mala hierba y respetan el cultivo.

Pero la mala hierba lucha por sobrevivir y aunque muchos individuos mueran la especie se mantiene gracias a que una pequeña proporción de individuos es capaz de superar el tratamiento herbicida. Estos individuos son los que llamamos individuos resistentes.

El problema de la resistencia no es que en un campo haya unos individuos resistentes. En una población todos los individuos no son iguales; existen diferencias para numerosos caracteres; estas diferencias son las que proporcionan a una población una característica fundamental que le permite adaptarse a las modificaciones externas, es la plasticidad. La plasticidad tiene su base genética en la variabilidad entre los individuos. Así, centrándonos en los herbicidas, en una población hay un cierto número de individuos resistentes a un herbicida, una pequeña proporción resistente a otro y otra a otro etc. o incluso puede suceder que no haya individuos resistentes a un determinado herbicida siendo su aparición debida únicamente a la frecuencia de mutación.

Sobre esta población es sobre la que aplicamos un determinado herbicida. El uso repetido de un mismo tipo de herbicida hace que los individuos sensibles se eliminen y los individuos resistentes sobrevivan contribuyendo, en una mayor proporción, a la generación siguiente. Esto lleva a que la composición de una población se modifique reduciendo la variabilidad para ese carácter y aumentando la proporción de individuos resistentes. Cuando esta proporción de individuos resistentes ha alcanzado un determinado nivel es cuando se habla de dificultad en el control y, posteriormente, de aparición de una resistencia; para que una resistencia sea visible en un campo tienen que ser resistentes entre un 20 y un 30% de sus individuos. Pero tenemos que ser conscientes que muchas veces la falta de control no es debida a la resistencia de esas plantas al herbicida, sino que puede ser debida a un tratamiento inadecuadamente efectuado en el tiempo, en condiciones ambientales adversas o a dosis que siendo adecuadas para una especie, puede no serlo para otra etc. Solo podremos hablar de resistencia cuando ésta haya sido confirmada por ensayos realizados en condiciones controladas.

El tiempo que puede transcurrir entre la primera aplicación de un herbicida en el control de una mala hierba en un cultivo y la aparición de una resistencia está en función de las características de la mala hierba y las del herbicida y su aplicación.

Un factor importante en el tiempo que tarde una resistencia en aparecer será el número de individuos resistentes que tenga la población en el momento de aplicar el herbicida. Si una población lleva alelos resistentes, aunque estén en baja frecuencia, la evolución de la resistencia será mucho más rápida que si éstos no existen y la probabilidad de su presencia depende únicamente de la frecuencia de mutación (entre  $1 \times 10^{-5}$  y  $1 \times 10^{-7}$  para genes mayores y  $1 \times 10^{-2}$  para genes menores) Este factor tiene una gran importancia como se refleja en una modelización sencilla para una resistencia monogénica realizada por GRESSEL y SEGEL (1991) para determinar fácilmente el número de individuos resistentes ( $N_n$ ) que tendrá una población sometida a  $n$  años de monotratamiento herbicida. El modelo se concreta en la fórmula

$$N_n = N_0 [1 + (f a) / \bar{n}]^n$$

en la que  $N_0$  es el número inicial de individuos resistentes de la población. En esta fórmula se contemplan también otros caracteres inherentes a la población y que influyen en el tiempo que tardará en ser detectada una resistencia, como son: la contribución a la herencia relativa de los individuos resistentes y sensibles ( $f$ ), la viabilidad de la semilla ( $\bar{n}$ ) y la presión de selección ( $a$ ).

El determinismo genético de la resistencia y el tipo de reproducción de la planta juegan también un papel importante en la aparición de resistencias. Una resistencia de tipo citoplásmico se fijará muy rápidamente sea cual sea la forma de reproducción de la planta. Lo mismo sucede con una de tipo monogénico, ya sea dominante o recesiva, en plantas autógamas. En plantas alógamas una mutación dominante dará lugar a resistencia antes o después, mientras que una recesiva no evolucionará nunca hacia resistencia. Las resistencias de tipo poligénico se presentarán cuando se den condiciones de bajo nivel de selección que permitan la recombinación entre plantas portadoras de alelos menores de resistencia. Se tiende a pensar que este tipo de resistencia es más lenta en su aparición pero se ha comprobado que esta acumulación de genes puede ser extremadamente rápida, sobre todo en poblaciones relativamente grandes, en las que la probabilidad de cruzamiento es mayor (MACKENZIE *et al.*, 1995). Modelos más complejos que el mencionado anteriormente han sido desarrollados para incluir la forma de reproducción y el tipo de herencia en la evolución de la resistencia (MAXWELL *et al.*, 1990)

Podemos conocer y tener en cuenta las características de la mala hierba, pero no podemos actuar sobre ellas y lo mismo ocurre con determinadas características del herbicida, como puede ser que tenga un modo de acción único. Si un herbicida es capaz de bloquear una enzima, es muy posible que una única mutación permita desbloquear el proceso por falta de acoplamiento con el herbicida, o que una duplicación en el gen que codifica para la enzima haga que algunas plantas tengan unos niveles de enzima que no será capaz de inactivar la misma dosis de herbicida. Para inactivar en la planta un herbicida, que tiene varias formas de actuar, serán necesarias varias modificaciones. Esta situación que es la que presentan los herbicidas más antiguos, tiene menos probabilidad para su inactivación.

La persistencia del herbicida en el medio será otro factor de riesgo que puede ser inherente al herbicida, pero que también puede ser aportada por el hombre. De hecho actualmente se emplean pocos herbicidas persistentes y la persistencia la aportan factores como el monocultivo monoherbicida con a veces varias aplicaciones de un mismo tipo de herbicida en cada campaña.

La intensidad de selección que impone un herbicida es fundamental en la aparición de resistencias. Si existen en la población genes de resistencia y se aplica un herbicida que ejerza un control superior al 90% de los individuos, aparecerá una resistencia en pocos años. Si entre los años de tratamiento herbicida se intercala un año sin tratamiento se podrá retardar la aparición de la resistencia y tanto más cuanto esta este menos avanzada y las plantas sensibles sean capaces de producir más semilla que las resistentes, lo que llevara a una "dilución" de la resistencia. Así una resistencia, en la que exista diferencia en la contribución a la generación siguiente entre las plantas resistentes y sensibles a favor de estas últimas y que tarde 7 años en aparecer en monoherbicida, tardará 10 años en aparecer si el herbicida es empleado dos veces cada tres años y 24 años si es empleado una vez cada tres años. El efecto producido por el o los periodos sin herbicida será más pronunciado para un control menos estricto (GRESSEL, 1991). La supresión de la utilización de este herbicida, si la proporción de individuos resistentes en la población no es muy elevada podrá volver a su nivel inicial después de muchos años sin el herbicida. Este estudio teórico es válido, pero un agricultor no puede esperar varios años para eliminar una resistencia y además este proceso no es válido para todo tipo de resistencia. La vía más fácil que se encuentra es la utilización de otro herbicida con diferente modo de acción, en el caso en que esto sea posible. Con este sistema se vuelve a empezar el proceso y no habremos hecho más que aplazar el problema. En este punto tendremos ya posiblemente otro herbicida anulado por causa de resistencia. A estos problemas se puede añadir la

existencia del fenómeno de la resistencia cruzada que lleva a algunas plantas a resistir a varios herbicidas, con diferente modo de acción, aunque en ellas solo se haya producido una modificación, y a otro que es la resistencia múltiple por el que una misma planta presenta varias modificaciones independientes que la hacen resistente a varios herbicidas incluso no utilizados. A todos estos fenómenos pueden llevar mas o menos rápidamente tanto el proceso anterior como la utilización de mezclas.

La rotación de cultivos y de herbicidas será utilizable para los casos en que no exista ventaja selectiva del biotipo sensible. Si en un proceso en el que por un monocultivo de maíz ha aparecido una resistencia a atrazina en 8 años, si incluimos una rotación 1 año trigo y dos maíz aplazaríamos la aparición de la resistencia a 12 años o 16 en 1 año trigo, un año maíz o 24 años en una rotación maíz/trigo/soja (GRESSEL, 1991). Si a la vez que rotamos los cultivos incluimos rotación de herbicidas e incluimos labores mecánicas intercaladas, podremos aplazar casi indefinidamente la aparición de la resistencia.

Habrá que implementar programas de gestión de las malas hierbas resistentes; para ello tendremos que ser conscientes de que este problema se divide en dos grandes fines:

**Prevenir la aparición de resistencias**, esta meta es alcanzable pero requiere un planteamiento cuidadoso del cultivo y un estudio del conjunto de las practicas agronómicas que se apliquen. Estas practicas, probablemente, tendrán que ser diferentes según los casos e integrar rotación de cultivos y herbicidas, incluso rotación de mezclas, en el caso que sea posible, introducir control mecánico de malas hierbas alternando con el control químico y prevenir la dispersión de los genes de resistencia.

**Controlar las malas hierbas resistentes**, no hay un único sistema, pero son fundamentales la detección temprana del problema con la eliminación de las plantas resistentes (suelen aparecer como rodales o manchas de plantas de una misma especie y con ausencia de plantas de otras especies controladas por este herbicida) y evitar su difusión en el campo y en los campos contiguos. Posteriormente se procederá a las rotaciones oportunas de cultivos, teniendo en cuenta que el coste del control de una mala hierba resistente será mucho mayor que la prevención de su aparición y que esta prevención tiene que ser un esfuerzo conjunto de todos; científicos, extensionistas, casas comerciales y, sobre todo, agricultores.

Los herbicidas son más baratos que las labores, disminuyen el uso de carburantes, no producen daños en las raíces y en la estructura del suelo y tienen cualidades que los hacen imprescindibles en la agricultura actual, pero su uso debe ser juicioso para preservar el medio ambiente de contaminaciones y no eliminar herbicidas que proporcionan unas buenas condiciones al cultivo por un uso abusivo que haga aparecer resistencias.

## BIBLIOGRAFIA

- GRESSEL, J. (1991) Why get resistance? It can be prevented or delayed. En *Herbicide Resistance in Weeds and Crops*. CASELEY J.C.; CUSSANS G.W. & ATKINS R.K. eds. Butterworth-Heinemann Ltd. 1-26.
- GRESSEL, J. & SEGEL, L.A.(1990) Modelling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. *Weed Technology* 4:186-198.
- MACKENZIE, R.; MORTIMER, A.M.; PUTWAIN, P.D.; BRYAN, I.B. & HAWKES, T.R. (1995) The inheritance of chlorsulfuron resistance in perennial ryegrass: strategic implications for management of resistance. *Brighton Crop Prot. Conf. Weeds*. 769-774.
- MAXWELL, B.D.; ROUSH; M.L. & RADOSEVICH, S.R. (1990) Predicting the evolution and dynamics of herbicide resistance in weed populations. *Weed Technology* 4:2-13.

**GESTION DE LOS ENVASES DE LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS: LA EXPERIENCIA PILOTO EN LA RIOJA**

J.M. PEÑA NAVARIDAS

Dpto Agricultura y Alimentación. Universidad de la Rioja. Avda La Paz, 105.26004  
Logroño

Resumen: la vigente legislación española sobre Envases y Residuos, deja en manos del agricultor la responsabilidad de gestionar como tóxicos los envases de los Productos Fitosanitarios que consume. Para facilitar esta tarea, durante el verano de 1999 se ha puesto en marcha en La Rioja un sistema de entrega de los residuos, con 36 puntos de recogida móviles localizados en los puntos de mayor consumo. En esta experiencia piloto se pide a los agricultores que, además de embolsar y entregar sus envases, enjuaguen tres veces los recipientes susceptibles de ello con el objeto de evaluar la posibilidad de gestionar los envases así tratados como residuos domésticos. Los resultados indican la posibilidad real de efectuar un tratamiento dentro de la legalidad de este tipo de residuos, aunque se debe mejorar en la respuesta del agricultor.

**INTRODUCCIÓN : EL MARCO LEGAL**

El marco legal que regula la gestión de los envases de los productos fitosanitarios (PF) resulta ser prolijo y dificultoso. Se basa en la trasposición de distintas directivas comunitarias y se recoge en la Ley 11/97 de Envases, la Ley 10/98 de Residuos y los reglamentos 782/1998 y 952/1997 que respectivamente las desarrollan. De la legislación vigente podemos extraer dos puntos fundamentales desde el punto de vista del consumidor de los fitofármacos:

- 3) El usuario (agricultor) es el responsable de los envases de los PF. Como consecuencia de ello, no sólo está obligado a gestionarlos correctamente, sino que deberá asumir el coste que esta gestión origine.
- 4) TODOS los envases de PF son considerados como tóxicos, lo que implica que se exija en todo momento un responsable de los mismos y un control en la transferencia de dicha responsabilidad hasta llegar a operadores autorizados en la gestión de Residuos Tóxicos y peligrosos (RTP)

Por lo tanto, las situaciones actuales, en las que el agricultor entierra los envases, los quema de forma incontrolada, los vierte junto con las basuras domésticas en los contenedores de RSU o los abandona directamente en el medio, han pasado a ser irregulares. Las alternativas para una correcta gestión pasarían por la entrega en las instalaciones de un gestor Autorizado, la autogestión o los sistemas de depósito y retorno.

Para facilitar a los agricultores la gestión correcta dentro del marco de la ley, la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA) tomó la iniciativa para poner en marcha una Experiencia Piloto en La Rioja para la Recogida de Envases de Productos Fitosanitarios. El sistema de la recogida de los envases se decidió tras un exhaustivo estudio de la legislación y una comparación con la situación en los países de nuestro entorno más cercano, siendo sus principales características las siguientes:

A) Se establece un sistema de puntos de recogida móviles, esto es, se cita a los agricultores en un lugar determinado, a una hora y fecha concretos, para que efectúen la transferencia de su responsabilidad a un Gestor Autorizado de Residuos (RECIRSA en el caso de La Rioja), que se desplaza desde sus instalaciones centrales de Logroño hasta un punto en las cercanías de los lugares en los que se produce el consumo.

B) Se pide al agricultor que separe y embolse los envases vacíos en dos líneas perfectamente diferenciadas: por un lado, los envases no enjuagados o no enjuagables, en la denominada Línea Roja; por otro, los envases enjuagados tres veces en la denominada Línea Verde. Estos últimos envases así tratados podrían considerarse como descontaminados, con la posibilidad de poder demostrar en el futuro la posibilidad de gestionarlos como asimilables a residuos domésticos.

La elección de La Rioja como punto de desarrollo de la Experiencia Piloto viene motivada por las dimensiones reducidas de esta Autonomía Uniprovincial, unido al hecho de ser una región eminentemente agrícola con una gran variedad de cultivos a lo largo de su geografía. Además, y como añadido, existe un número representativo de actores implicados (Distribuidores y Puntos de Venta de fitosanitarios), y un movimiento asociativo de agricultores (Cooperativas, Bodegas Cooperativas, Sindicatos Agrarios, etc.) bastante arraigado. Por último, hay que señalar buena disposición de la Administración para colaborar, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental y de las Consejerías de Agricultura y Salud.

## **LOS PUNTOS DE RECOGIDA MÓVILES**

Desde el momento en que el resto de las alternativas que contempla la Ley no son viables en la actualidad (no hay un número de gestores suficiente, imposibilidad del sistema de depósito, devolución y retorno, inexistencia de centros de transferencia (almacenamiento) de residuos tóxicos, etc.), se diseñó un sistema con puntos de recogida móviles, que presentan las siguientes ventajas:

- Permiten el control y la transferencia de la responsabilidad que exige la Ley de Residuos
- Acercan la recogida al agricultor, de manera que los desplazamientos que tienen que efectuar son muy cortos
- Permite la comprobación inmediata de la correcta segregación de los envases de la línea verde (triplemente enjuagados) de los de la línea roja (no enjuagados o no enjuagables), por parte de un técnico competente

Las características que debe reunir un punto de recogida son muy sencillas:

- Debe ser una explanada tal que permita que los dos camiones (línea roja y línea verde) aparquen con los contenedores y que los agricultores que se desplacen hasta él puedan maniobrar con sus coches y/o tractores. Normalmente, suelen ser suficientes explanadas de 30 x 30 metros
- Debe ser un sitio perfectamente conocido por los agricultores, de manera que puedan identificarlo sin lugar a dudas.

En el momento de la cita, los agricultores transportan sus bolsas rojas y/o verdes hasta los contenedores. Dos operarios toman nota de sus datos (nombre, DNI, nº bolsas que entrega y su peso, etc.), le entregan un justificante de cumplimiento de sus obligaciones legales y le hacen firmar los documentos mediante los cuales se produce la transferencia de la responsabilidad desde el Productor (agricultor) hasta el gestor.

De los 170 municipios riojanos susceptibles de convertirse en puntos de recogida móviles, se eligieron 36 con los criterios siguientes:

- Estudios de mercado de consumos de fitosanitarios, en los que se puede comprobar que la agricultura riojana (y por lo tanto, la generación de envases de PF) se sitúa en los valles del Ebro y sus afluentes. Los municipios de montaña no tienen peso, y por lo tanto, fueron descartados.
- Estudio de la cantidad de envases generados, sobre la base de estadísticas proporcionadas por la Industria, por Calidad Ambiental y por los propios distribuidores. Estas estadísticas han resultado ser muy escasas y poco fiables.
- Estudio de las costumbres y las peculiaridades de cada municipio realizado tras contactos con distribuidores, puntos de venta y cooperativas agrarias.

Una vez conocidos los municipios en los que se iba a efectuar la recogida, había que señalar el punto más adecuado para ello. Se buscaron prioritariamente:

- C) Explanadas o patios pertenecientes a distribuidores o cooperativas que cumpliesen los requisitos antes señalados.
- D) Explanadas pertenecientes a los ayuntamientos perfectamente definidas (básculas municipales, silos, playas de recogida de cereal y/o remolacha, .....

## **DESARROLLO DE LA PRUEBA PILOTO**

Durante la primera fase de la Experiencia Piloto, se pretendió trasladar la información de la campaña y poner a punto lo necesario para el correcto desarrollo de la misma. Las acciones que se realizaron fueron:

- Venta de las bolsas a los agricultores, por parte de TODOS los distribuidores y puntos de venta (más de 70 en La Rioja). Las bolsas se han realizado en dos colores (rojo y verde), tienen una capacidad de más de 1 m<sup>3</sup>, y han resultado muy resistentes a la tracción y la humedad
- Campaña de información a los implicados, a través de ruedas de prensa, correos directos a los agricultores, cuñas radiofónicas, artículos en prensa, reuniones con cooperativas, distribuidores y puntos de venta, publicaciones en el Boletín de Avisos, etc.
- Localización de los puntos de recogida

La segunda fase tuvo por objetivo realizar la recogida y la segregación de los envases de la línea roja de los de la línea verde.

La fecha de la primera recogida de los envases vacíos de los productos fitosanitarios se estableció en función del calendario agronómico. Como quiera que en las fechas de verano el cultivo que más tratamientos recibe en La Rioja es la viña, se pensó como más adecuado el momento posterior a los

tratamientos de floración, que venía retrasada a consecuencia de las heladas. Por lo tanto, se procedió a la primera recogida entre el 29 de Junio y el 9 de Julio (4 municipios al día).

La segregación de las dos líneas se efectuó en los propios puntos de recogida, por parte de técnicos de la empresa TQMA, quienes abrían las bolsas y determinaban si los envases habían sido pertinentemente enjuagados (en cuyo caso pasaban a la línea verde) o no. El transporte de las bolsas desde los puntos de recogida a las instalaciones de RECIRSA se ha efectuado en dos camiones distintos. Por un lado, un camión preparado para el transporte de mercancías peligrosas realizó el traslado de las bolsas rojas. Otro camión recogía las bolsas verdes correctamente enjuagadas y las compactaba con una prensa hidráulica para disminuir su volumen.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Aunque los resultados son homologables a los obtenidos en otros países que han optado por el mismo tipo de gestión (p.e. Bélgica), no podemos calificarlos sino de pobres. Sólo una pequeña proporción del censo de agricultores ha realizado su entrega de las bolsas en los puntos de recogida. Al mismo tiempo, se han detectado situaciones “irregulares” como son el abandono en las fincas, ribazos o acequias, la quema incontrolada, el enterramiento sin control o el depósito en contenedores de residuos sólidos urbanos. Estos resultados tienen, a mi juicio, las siguientes justificaciones:

- Es muy difícil romper los hábitos de los agricultores, que han venido realizando una gestión incorrecta sin que hasta el momento se les hubiese dado otra posibilidad.
- La Administración no ha sabido “presionar” para conseguir el cumplimiento de la legislación (nos encontrábamos en periodo electoral)
- La campaña informativa ha explicado el cómo, pero no el porqué
- Hay situaciones en que el triple enjuague es muy difícil de realizar en condiciones prácticas

En cualquier caso, este es un análisis al inicio de una campaña que va a continuar en Otoño, momento en el cual se podrá realizar una evaluación total de la Prueba Piloto. Para esta segunda fase se ha diseñado un plan de acción detallado con un programa de charlas y reuniones dirigidas a cooperativas, distribuidores y puntos de venta, organizaciones agrarias y ayuntamientos para explicar la ley vigente, las razones de un sistema de recogida y la práctica del triple enjuagado. Asimismo, se pretende recabar información a través de una encuesta diseñada para medir la satisfacción del agricultor y recoger sus sugerencias.

Las conclusiones que podemos extraer de esta primera fase de la Experiencia Piloto nos permiten ser optimistas. En primer lugar, se ha demostrado que se puede realizar una gestión adecuada de los envases de los productos fitosanitarios dentro de las normas que dicta la ley. Por fin hay un sistema que no deja abandonado al agricultor con sus envases expuesto a sanciones provenientes de los órganos ambientales. En segundo lugar, hay que señalar la excelente disposición de casi todos los implicados en la venta de fitosanitarios: la colaboración de distribuidores, puntos de venta y cooperativas ha sido excelente, con una labor de información al agricultor realizada “boca a boca” digna de reconocimiento. Por último, se ha tenido un extraordinario rigor a la hora de separar las bolsas verdes de las rojas, lo que permitirá en un futuro contemplar la posibilidad de gestionar los envases enjuagados como si de residuos urbanos se tratase, con el consiguiente ahorro. En el momento en que consigamos una mayor implicación de los agricultores en este tipo de sistemas, se podrá decir que hemos mejorado de manera sustancial una faceta más del concepto de agricultura sostenible y habremos contribuido a una disminución de los riesgos sanitarios y medioambientales.

**ESPECIES DE MALAS HIERBAS CON BIOTIPOS RESISTENTES A  
SIMAZINA EN CULTIVOS DE GALICIA**

M.I. FRAGA, M.L. ARESES, J.C. BALEATO, M.V. DURAN, M.L. GONZALEZ, A.  
REY, \*E. SAHUQUILLO, M.G. TASENDE

Dpto. Biología Vegetal, Fac. Biología. Univ. Santiago de Compostela.

\*Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Fac. Ciencias. Univ. A Coruña.

Resumen: Se han identificado biotipos resistentes a simazina en *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium album*, *Coleostephus myconis*, *Conyza canadensis*, *Echinochloa crus-galli*, *Erodium cicutarium*, *Erodium moschatum*, *Fumaria muralis*, *Hypochoeris radicata*, *Ornithopus compressus*, *Ranunculus muricatus*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Spergula arvensis*, *Stachys arvensis*, *Stellaria media* y *Digitalis purpurea*, mediante análisis de emisión de fluorescencia en hojas enteras.

Palabras clave: Herbicidas, fluorescencia clorofílica, resistencia.

## INTRODUCCIÓN

Desde que en 1968 se descubrieron los primeros biotipos de *Senecio vulgaris* resistentes a simazina en Estados Unidos (Ryan, 1970), el número de especies con resistencias a este herbicida o a las triazinas en general, así como el número de países y de cultivos en que se ha confirmado la presencia de dichos biotipos, está en constante aumento. Este incremento es debido, por una parte, a la amplia difusión de este tipo de herbicidas, especialmente para el control de malas hierbas en cultivos de maíz y frutales y por otra, al interés de numerosos científicos por este hecho.

Según HEAP (1999), hasta el momento se han detectado biotipos resistentes a triazinas en 60 especies (41 dicotiledoneas y 19 monocotiledoneas). En 14 de ellas se han observado resistencias específicas a simazina, destacando por el número de países en que han sido citadas *Senecio vulgaris* (Estados Unidos, Gran Bretaña, Bélgica, Holanda, Chile y Noruega) y *Poa annua* (Estados Unidos, Gran Bretaña, Bélgica, Japón y Noruega). De *Lolium rigidum* se han descrito resistencias a simazina en España (DE PRADO y MENENDEZ, 1996) y en Australia (BURNET et al., 1993). Para las 11 especies restantes sólo se han observado biotipos resistentes en un país, 4 en España: *Amaranthus albus*, *Amaranthus blitoides*, *Bromus tectorum* y *Conyza bonariensis* (DE PRADO et al., 1988, 1989, 1997), 5 en Gran Bretaña: *Chenopodium album*, *Conyza canadensis*, *Solanum nigrum*, *Chamomilla suaveolens* y *Matricaria matricarioides* (MOSS in HEAP, 1999; CLAY, 1987), una en Bulgaria: *Amaranthus retroflexus* (MIKOLOBA in HEAP, 1999) y *Capsella bursa-pastoris* en Polonia (JAWUSZ y STANEK, in HEAP, 1999).

Con este trabajo, que ha sido financiado por la Xunta de Galicia (XUGA20004B96), se pretende ampliar el conocimiento sobre especies que presentan biotipos resistentes a simazina.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el período 1997-1998 se han realizado campañas de recogida de muestras en cultivos de maíz, hortícolas, viñedos y frutales que habían sido tratados previamente con simazina, en 8 localidades gallegas.

Se recogieron los ejemplares de las especies anuales y bianuales que presentaban un buen estado aparente, procurando no dañar ni el aparato radical ni los brotes aéreos y se llevaron en bandejas o macetas con tierra al laboratorio, donde se procedió a la determinación de posibles resistencias mediante análisis de emisión de fluorescencia en hojas enteras.

Para dicho análisis se siguió el método de DUCRUET y GASQUEZ (1978) con las siguientes modificaciones: las hojas una vez separadas de la planta madre se colocaban en placas Petri con una solución de 40ppm de simazina y se dejaban en cámara con iluminación y temperatura de  $20\pm 1$  °C durante toda la noche, al lado de placas testigo que contenían hojas en agua destilada. A la mañana siguiente se medía la emisión de fluorescencia, después de mantener las hojas durante al menos 30 minutos en oscuridad.

Las curvas de inducción de fluorescencia rápida se obtuvieron con un aparato Plant Efficiency Analyser (P02.003) Hansatech que también registraba automáticamente diferentes parámetros, como los valores de fluorescencia inicial (Fo), fluorescencia máxima (Fm), la diferencia Fm-Fo (Fv), así como la relación Fv/Fm, de especial interés ya que es proporcional al rendimiento cuántico fotoquímico y presenta un alto grado de correlación con el rendimiento cuántico de la fotosíntesis neta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las curvas de inducción de fluorescencia rápida y la relación Fv/Fm de todas las muestras, hemos observado resistencia a simazina en plantas de 16 especies de dicotiledóneas y una monocotiledónea (tabla 1), del total de las 44 especies analizadas. En dichas plantas la simazina no alteraba el transporte electrónico en el fotosistema II, por lo que la curva de inducción de fluorescencia rápida de las hojas tratadas era igual a la del control. Asimismo, la relación Fv/Fm no aparecía alterada por el tratamiento con simazina.

El número de biotipos resistentes no guardó relación con el número de plantas analizadas por especie, ya que en alguna de las especies en que todos los ejemplares resultaron sensibles se estudió un número de plantas mucho más elevado que en otras en las que se encontraron resistencias, así por ejemplo se estudiaron más de 1000 plantas de *Raphanus raphanistrum* y en ninguna de ellas se observaron síntomas claros de resistencia. Por otra parte, tampoco hemos encontrado resistencias en algunas especies como *Digitaria sanguinalis*, *Fallopia convolvulus*, *Polygonum lapathifolium* y *Polygonum persicaria* de las que se conocen casos de resistencia a atrazina, ni tampoco en *Solanum nigrum* con reconocida resistencia a atrazina en diferentes países, entre los que se encuentra España y a simazina en Gran Bretaña. Es probable que en el futuro, al aumentar el número de prospecciones, aparezcan nuevos casos de resistencias en estas u otras especies.

A pesar de que el uso de simazina en Galicia no es demasiado frecuente, ni se ha aplicado de forma repetitiva durante más de 5 años en ninguno de los cultivos en que se realizaron los muestreos (al igual que en gran parte de Galicia), es interesante destacar que para 11 de las especies en que se han observado resistencias, no se habían citado casos previos referentes a simazina ni a triazinas en general (Tabla 2).

De todos los biotipos resistentes se han guardado muestras para la posterior determinación de los mecanismos de resistencias. En esta segunda fase estamos trabajando en la actualidad.

Tabla 1. Especies con biotipos resistentes a simazina.

Especie	NL Br	NP Br	NP T
<i>Amaranthus hybridus</i>	2	65	422
<i>Chenopodium album</i>	2	16	124
<i>Coleostephus myconis</i>	4	30	765
<i>Conyza canadensis</i>	1	4	45
<i>Echinochloa crus-gallii</i>	1	8	20
<i>Erodium cicutarium</i>	1	1	22
<i>Erodium moschatum</i>	2	23	249
<i>Fumaria muralis</i>	1	1	27
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	3	178
<i>Ornithopus compressus</i>	2	13	163
<i>Ranunculus muricatus</i>	1	2	90
<i>Sonchus asper</i>	1	2	50
<i>Sonchus oleraceus</i>	4	68	453
<i>Spergula arvensis</i>	1	2	50
<i>Stachys arvensis</i>	1	1	101
<i>Stellaria media</i>	2	5	630
<i>Digitalis purpurea</i>	2	7	26

NL Br: N° de localidades gallegas en que se observaron biotipos resistentes

NP Br: N° de plantas que resultaron resistentes a simazina, NP T: N° de plantas analizadas

Tabla 2. Citas previas de resistencia a simazina y triazinas en general

Especie	P Cp-s	RE-s	P Cp-t	RE-t
<i>Amaranthus hybridus</i>	-	-	8	Andalucía (DE PRADO et al.,1988), Aragón (LÓPEZ et al, 1993), Cataluña (TABERNER et al. 1995)
<i>Chenopodium album</i>	1	-	17	Andalucía (DE PRADO et al.,1989), Aragón (LÓPEZ et al, 1993)
<i>Coleostephus myconis</i>	-	-	-	-
<i>Conyza canadensis</i>	1	-	8	Andalucía (DE PRADO, in HEAP 1999)
<i>Echinochloa crus-gallii</i>	-	-	7	Andalucía (DE PRADO, in HEAP 1999)
<i>Erodium cicutarium</i>	-	-	-	-
<i>Erodium moschatum</i>	-	-	-	-
<i>Fumaria muralis</i>	-	-	-	-
<i>Hypochoeris radicata</i>	-	-	-	-
<i>Ornithopus compressus</i>	-	-	-	-
<i>Ranunculus muricatus</i>	-	-	-	-
<i>Sonchus asper</i>	-	-	1	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	-	-	-	-
<i>Spergula arvensis</i>	-	-	-	-
<i>Stachys arvensis</i>	-	-	-	-
<i>Stellaria media</i>	-	-	2	-
<i>Digitalis purpurea</i>	-	-	-	-

P Cp: N° de países en que se han citado previamente resistencias (s: simazina , t: triazinas)

RE: Regiones españolas en que se han citado biotipos resistentes (s: simazina , t: triazinas)

## BIBLIOGRAFÍA

- BURNET, M.W.M.; LOVEYS, B.R.; HOLTUM, J.A.M.; POWELS, S.B. (1993). Increased detoxification is a mechanism of simazine resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46(3):207-218.
- CLAY, D.V. (1987). The response of simazine-resistant and susceptible biotypes of *Chamomilla suaveolens*, *Epilobium ciliatum* and *Senecio vulgaris* to other herbicides. *Proceedings British Crop protection Conference, Weeds* :925-932
- DE PRADO, R.; DOMINGUEZ, C.; TENA, M. (1988). Characterization of triazine-resistant biotypes of *Amaranthus* spp. found in Spain. *VIIIe Colloque International Sur la Biologie, L'Ecologie et La Systematique des Mauvaises Herbes*. Dijon.1:247-256
- DE PRADO, R.; DOMINGUEZ, C.; TENA, M. (1989). Triazine-resistant weeds found in Spain. *Importance and Perspectives on Herbicide-Resistant Weeds*. *Proceedings of a Meeting of the EC Expert's Group, Tollose, Demark*. No. EUR 11561 EN. 67-79
- DE PRADO, R.; MENENDEZ, J. (1996). Management of herbicide-resistant grass weeds in Europe. *Second International Weed Control Congress*.Copenague. 393-398
- DE PRADO, R.; LOPEZ-MARTINEZ, N.; GIMENEZ-ESPINOSA, R. (1997). Herbicide-resistant weeds in Europe: agricultural, physiological and biochemical

- aspects. In "Weed and Crop Resistance to Herbicides":17-27. De Prado, Jorrin y García-Torres (Eds). Kluwer Academic Publishers.
- DUCRUET, J.M.; GASQUEZ, J. (1978). Observation sur la fluorescence sur feuille entière et mise en évidence de la résistance chloroplastique à l'atrazine chez *Chenopodium album* L.et *Poa annua* L. *Chemosphere* 7:691-696
- HEAP, I (1999). International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. [www.weddsience.com](http://www.weddsience.com)
- LÓPEZ, C.; MURILLO, S.; ZARAGOZA, C.; DE PRADO, R. (1993). Poblaciones de malas hierbas anuales resistentes a la atrazina en Aragón. Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Lugo. 249-253
- TABERNER, A.; MENENDEZ, J.; DE PRADO, J.L., DE PRADO, R. (1995). Herbicide-resistant weeds in Catalonia. Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Cordoba. 34-36

Summary: The occurrence of simazine resistant biotypes in weed species of Galician crops (NW Spain). Simazine resistant biotypes of *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium album*, *Coleostephus myconis*, *Conyza canadensis*, *Echinochloa crus-gallii*, *Erodium cicutarium*, *Erodium moschatum*, *Fumaria muralis*, *Hypochoeris radicata*, *Ornithopus compressus*, *Ranunculus muricatus*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Spergula arvensis*, *Stachys arvensis*, *Stellaria media* and *Digitalis purpurea* have been identified by fluorescence measurements in intact whole leaves.

Key words: Herbicides, chlorophyll fluorescence, resistance.

## **CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA DE MALAS HIERBAS A HERBICIDAS. UN EJEMPLO PRACTICO**

E. RODRIGUEZ, M.C. ESCORIAL, J.M. GARCIA-BAUDIN, M.C. CHUECA  
Departamento de Protección Vegetal.INIA.Carretera de La Coruña Km 7,5. Madrid.

Resumen: Se estudia la respuesta a una sulfonilurea, el sulfosulfuron, y a una triazinona, la metribuzina, de cinco poblaciones de *Bromus diandrus* infestantes de campos de cereal en Castilla-León. Se observa la ausencia casi total de individuos resistentes entre las casi 5000 plantas tratadas.

Palabras clave: resistencia, herbicida, *Bromus diandrus*

### **INTRODUCCION**

En numerosas especies existe una reserva importante de variabilidad genética para muchos caracteres (ALLARD *et al.*,1968, BROWN 1979). Esta variabilidad es a veces superior a la imputable a la mutación y mayor de lo esperado para caracteres no seleccionados, como puede ser la respuesta a herbicidas en poblaciones naturales.

La aparición de moléculas herbicidas muy específicas y selectivas utilizadas de forma extensiva y rutinaria, puede ser un factor de riesgo adicional en la aparición de resistencias. Desde la aparición de las primeras resistencias a las triazinas en los años 60 (BANDEEN *et al.*,1982, GRESSEL *et al.*,1982) se han detectado resistencias en alrededor de 100 especies (LeBARON 1991) y en numerosas zonas en el mundo. En España el problema no está generalizado y son pocas las resistencias identificadas hasta el momento que presentan un problema real en los cultivos. Es por ello por lo que debe establecerse las bases que eviten la aparición de malas hierbas resistentes ya que, aunque su control no es imposible, si entraña dificultad sobre todo en zonas como las cerealistas españolas en las que las rotaciones de herbicidas y de cultivos son difíciles, sobre todo con la implantación cada vez mayor de las técnicas de laboreo reducido.

La evolución de una resistencia será mucho mas rápida si la población lleva alelos resistentes, aunque estén en baja frecuencia antes de la aplicación del herbicida, que si no existen y la probabilidad de su presencia depende de la frecuencia de mutación. La evolución en relación a estos parámetros han sido cuantificados mediante relaciones matemáticas (GRESSEL y SEGEL 1990) o modelos mas complejos (MAXWELL *et al.*,1990; JASENIUK *et al.*,1996). Individuos resistentes, aunque no se detecten, están con frecuencia presentes en la naturaleza antes de aplicar el herbicida, sobre todo en tierras agrícolas. MATTEHW y POWLES (1992) encuentran en Australia una frecuencia de individuos de *Lolium rigidum* resistentes de 2 por ciento en poblaciones de zonas agrícolas no tratadas y de 2 por mil en poblaciones de zonas no agrícolas.

Se ha iniciado un estudio que permita conocer la situación real, detectar poblaciones con tolerancia elevada y/o con individuos resistentes en número apreciable en poblaciones de malas hierbas gramíneas en cereales, lo que permitirá evaluar el riesgo de la aplicación de estos herbicidas en la aparición de malas hierbas resistentes y el establecimiento de un control mas eficiente de estas especies en cereales. Este trabajo presenta la respuesta de cinco poblaciones de *Bromus diandrus* que infestaban campos de cereales en Castilla-Leon frente a dos herbicidas, una triazinona, herbicida empleado desde hace tiempo en el control de *Bromus spp* aunque con problemas de selectividad en el cultivo y, una sulfonilurea, de reciente obtención el sulfosulfuron, con buen control de *Bromus spp* y excelente selectividad en trigo.

## MATERIAL Y METODOS

Material vegetal: El material vegetal estudiado es *Bromus diandrus* L. que infestaba cinco campos de cereal en Castilla-León.

Ensayo herbicida: De cada una de las muestras de *Bromus diandrus* se han sembrado en mezcla de mantillo:tierra:arena (1:1:1) 20 bandejas con 446 semillas por bandeja. Las dosis de herbicida empleadas corresponden en cada uno de ellos a dosis efectivas en el control de *Bromus diandrus* en nuestras condiciones de ensayo.

Tratamiento sulfosulfuron: cuando las plantas están en estado de dos hojas, 10 bandejas se tratan con sulfosulfuron a dosis de 20 gr m.a./ha. Las plantas vivas ocho semanas después del tratamiento se trasplantan de forma individual a tiestos.

Tratamiento metribuzina: 24 horas después de la siembra, 10 bandejas se tratan con metribuzina a dosis de 300 gr m.a./ha. Las plantas vivas 10 semanas después del tratamiento se trasplantan de forma individual a tiestos.

Todas las plantas de ambos tratamientos que han sobrevivido en el conteo se trasplantan y se mantienen hasta que llegan a dar grano, momento en que se realiza un nuevo conteo. Se recogen las plantas y el grano se siembra al año siguiente, planta por planta, en vasos con dos repeticiones por planta y diez semillas por repetición. Se tratan con la dosis correspondiente del herbicida a la que han sobrevivido y se cuentan las plantas supervivientes en los mismos periodos que el año anterior.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los niveles de supervivencia en el tratamiento herbicida de cerca de 5000 plántulas o semillas de cada población estudiada frente a sulfosulfuron figura en la tabla 1 y frente a metribuzina en la tabla 2. Los niveles de supervivencia de plantas a sulfosulfuron van de 0 en la población 10 a 1.10% en la población 11. En el caso de la metribuzina la supervivencia de plantas es de 0.02% en las poblaciones 2 y 4 y 1.22% en la población 10.

Población	Primer año		Segundo año
	Plantas tratadas	Plantas fértiles (% de supervivencia)	Plantas con descendientes vivos (% de supervivencia)
2	4460	21 (0.47)	4 (0.09)
4	4460	7 (0.15)	0
6	4460	19 (0.42)	2 (0.04)
10	4460	0 (0.00)	0
11	4460	49 (1.10)	2 (0.04)

Tabla 1.- Número de plantas y descendencia de éstas que han sobrevivido al tratamiento de 4460 plántulas con una dosis de 20 gr m.a./ha de sulfosulfuron.

Población	Plantas tratadas	Primer año	Segundo año
		Plantas fértiles (% de supervivencia)	Plantas con descendientes vivos (% de supervivencia)
2	4460	1 (0.02)	0
4	4460	1 (0.02)	0
6	4460	6 (0.12)	0
0	4460	61 (1.22)	0
11	4460	16 (0.32)	0

Tabla 2.- Número de plantas y descendencia de éstas que han sobrevivido al tratamiento de 4460 plántulas con una dosis de 300 gr m.a./ha de metribuzina.

Estos resultados nos permitirían decir que existe una variabilidad en la presencia de individuos resistentes entre las diferentes poblaciones estudiadas y que por ejemplo la población 10 tiene una proporción de individuos resistente apreciable en su respuesta a metribuzina, mientras que no se ha detectado ningún individuo resistente a sulfosulfuron, lo contrario se produce en la población 11. La presencia de plantas resistentes en estas poblaciones es del orden de entre 1000 y 100000 veces superior a la que tiene como origen la mutagénesis espontánea, que es de  $10^{-5}$  a  $10^{-7}$  (LANDE 1983) para genes mayores, y que por lo tanto existen individuos que pueden ser seleccionados por la aplicación de estos herbicidas.

Pero una resistencia no es tal si no es transmisible a la generación siguiente y si procedemos a comprobar planta a planta las descendencias de las plantas supervivientes. Los resultados de las tablas 1 y 2 nos indican que solo existen cuatro plantas en la población 2 y 2 plantas en las poblaciones 6 y 11 en cuya descendencia hayan sobrevivido al menos dos de las veinte semillas sembradas y tratadas.

Los datos presentados aquí corresponden a la selección en las poblaciones de individuos resistentes. Otro parámetro que hay que tener en cuenta es el nivel general de respuesta de las poblaciones que puede ser otro factor de aparición de resistencias a las que se puede llegar a través de una selección mantenida que incrementa el nivel general de tolerancia de la población hasta límites que superen la capacidad selectiva del herbicida, como se ha producido para *Lolium rigidum* en Australia (Gressel 1995).

Las poblaciones estudiadas, dado su escaso número y teniendo en cuenta que se trata de una especie en la que prácticamente no se han descrito resistencias, no nos permiten hacer ninguna generalización en cuanto al estado de esta especie en la resistencia a estos herbicidas, pero si nos permite hacer notar lo delicado que puede ser la realización de ensayos encaminados a la detección de una resistencia y que ésta solo puede ser totalmente confirmada por la concordancia de los datos al menos en dos generaciones sucesivas de tratamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Monsanto por facilitarnos el herbicida sulfosulfuron.

## BIBLIOGRAFIA

ALLARD R.W., JAIN S.K., WORKMAN P.L. (1968).The genetics of inbreeding populations Adv. Genet. 14:55-31.

- BANDEEN J.D., STEPHERSON G.R., COWETT E.R. (1982). Discovery and distribution of herbicide resistant weeds in North America. En LeBARON H.M., GRESSEL J. ed. Herbicide resistance in plants. John Wiley & sons. New York. 3-30.
- BROWN A.D.H. (1979) Enzyme polymorphisms in plant populations. Theor. Pop. Biol. 15:1-42.
- GRESSEL J. (1995) Cropping resistances: the outcome of using marginally-effective or reduced rates of herbicides. Brighton Crop Prot. Conf. Weeds 587-590.
- GRESSEL J., SEGEL L.A. (1990) Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. Weed Techn. 4:186-198.
- GRESSEL J., AMMON H.U., FOGELSFORS H., GASQUEZ J., KAY Q.O.N., KESS H. (1982) Discovery and distribution of herbicide resistant weeds outside North America. En LeBaron H.M., Gressel J. ed. Herbicide resistance in plants. J. Wiley & sons. New York. 32-56.
- JASIENUK M., BRULE-BABEL A.L., MORSON I.N. (1996) The evolution of and genetics of herbicide resistance in weeds. Weed Sc. 44:176-193.
- LANDE R. (1983) The response to selection on major and minor mutations affecting a metrical trait. Heredity 50:47-65.
- LeBARON H.M. (1991) Distribution and seriousness of herbicide resistant weed infestations worldwide. En CASELEY J.C., CUSSANS G.W., AIKIN R.K. eds. Herbicide resistance in weeds and crops. Butterworth-Heinman. Oxford. 27-44.
- MATTEWS J.M., POWLES S.B. (1992) Aspects of population dynamics of selection for herbicide resistance in *Lolium rigidum* . Proc. First Int. Weed Cont. Congr. Australia. 318-320.
- MAXWELL B.D., ROUSH M.L., RADOSEVICH S.R. (1990) Predicting the evolution and dynamics of herbicide resistance in weed populations. Weed Techn. 4:2-13.

Summary: The response of five populations of *Bromus diandrus* of Castilla-León to the herbicides metribuzin and sulfosulfuron have been studied. We can observe the almost complete absence of resistant plants.

**¿INFLUYE LA FECHA DE SIEMBRA DEL CEREAL EN EL MANEJO DE POBLACIONES DE *Lolium rigidum* RESISTENTES A HERBICIDAS?**

J. PLANES, R. BRICEÑO, J. RECASENS

Dept. d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. ETSEA - Universitat de Lleida

Rovira Roure 177, E-25198. LLEIDA

E-mail: jrecasens@hbj.udl.es

Resumen: Durante la campaña 1997/98 se ha realizado un ensayo con el fin de estimar el efecto de dos fechas de siembra distintas, con un intervalo de 13 días, sobre una población de *Lolium rigidum* Gaudin, resistente a herbicidas (clortolurón y diclofop-metil). El retraso en la siembra comportó un descenso del banco de semillas de cerca del 40%; de la densidad máxima de plántulas en un 27% y, tras la aplicación de un herbicida con diferente materia activa (tralkoxidim), un tamaño final de la población un 75% menor. El retraso supuso, sin embargo, un descenso en el rendimiento del cultivo equivalente a 46 kg/ha/día. Se discute la utilidad de esta técnica en el manejo de poblaciones de malas hierbas resistentes a herbicidas.

Palabras clave: *Lolium rigidum*, resistencia herbidas, retraso siembra cultivo, demografía.

## INTRODUCCIÓN

El vallico (*Lolium rigidum* Gaudin) constituye una de las principales malas hierbas de los cereales de invierno de Cataluña y su nocividad se debe, entre otros factores, a su alta capacidad colonizadora, sus altas tasas de fecundidad y a la reducción de las labores del suelo como sistema de cultivo (RECASENS *et al.*, 1997). Esta problemática se ve agravada, en los últimos años, por la presencia de poblaciones resistentes a los herbicidas utilizados tradicionalmente para su control: derivados de la urea (clortolurón, isoproturón) y ariloxifenoxipropionatos (diclofop-metil) (DEL PIÉ, 1994; TABERNER *et al.* 1996; OTAL, 1998).

Entre las estrategias alternativas de control de esta especie, propuestas por parte de diferentes autores (GILL, 1996; MATTHEWS, 1996), cabe citar el retraso en la fecha de siembra del cultivo con el fin de, mediante las labores preparatorias de dicha siembra, maximizar la eliminación de plántulas. Este posible retraso, sin embargo, suele conllevar unas pérdidas de rendimiento del cultivo, razón por la que la tendencia es más bien la contraria: realizar siembras precoces y obtener mayores rendimientos. No obstante estas estrategias alcanzan realmente dicho objetivo cuando el cultivo se encuentra libre de malas hierbas (MATTHEWS, 1996). Cuando se da la presencia de malas hierbas resistentes a herbicidas son

prioritarios aquellos planteamientos dirigidos hacia la eliminación de las mismas con el fin de favorecer los rendimientos del cultivo en años sucesivos. El control de malas hierbas resistentes a herbicidas, lejos de buscar una única solución, pasa por la adopción de estrategias de control integrado, y dentro de las cuales, los diferentes métodos de manejo cultural de las poblaciones constituyen un pilar fundamental (POWLES *et al.* 1997).

En el presente trabajo se exponen los resultados parciales de un estudio sobre control integrado de poblaciones de *Lolium rigidum* resistentes a herbicidas, y en este caso concreto, el efecto de la fecha de siembra del cultivo en el tamaño y evolución de la población.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha llevado a cabo, durante la campaña 1997/98, en Concabella (Lleida), localidad situada en la zona cerealista de secano del interior de Cataluña. La parcela comercial de estudio había venido siendo destinada al monocultivo de cereales -trigo durante la campaña 1997/98- y donde se ha detectado, en los últimos años, una población de *Lolium rigidum* resistente a los herbicidas usados tradicionalmente para su control (diclofop-metil y clortolurón). Esta resistencia ha sido verificada de forma experimental en laboratorio (OTAL, 1998).

Se plantearon dos fechas diferentes de siembra de trigo (cv. 'Abental'), con un intervalo de 13 días (11 y 24 de noviembre). La dosis de siembra fue de 200 kg/ha. La parcela no presentaba relieve ni pendiente alguno. El suelo tenía un alto contenido en materia orgánica (2,9%), un pH de 8,0 y una textura franco arcillosa. A principios de febrero se realizó, en toda la parcela de ensayo, un tratamiento herbicida con tralkoxidim (Splendor 25EC), -materia activa distinta a la que la población mostraba resistencia-, a una dosis de 0,35 kg m.a./ha.

El seguimiento demográfico se realizó mediante la instalación de 18 cuadrados permanentes de 33 x 33 cm, en cada parcela con distinta fecha de siembra. Cada cuadrado, a su vez, se subdividió en nueve subcuadros iguales de 11 x 11 cm. En cada observación se estimaba el número de plantas presentes en cada cuadro y, a su vez, se marcaban aquellas plantas presentes en el subcuadro central, con el fin de registrar los cambios demográficos (nacencias y mortalidades) habidos entre dos observaciones sucesivas.

La estimación del contenido de semillas del suelo se realizó, previo a la siembra, mediante la obtención, con la ayuda de una sonda cilíndrica de 4,6 cm<sup>2</sup>, de 24 muestras a 10 cm de profundidad, en cada parcela. La estimación se realizó mediante germinación de las muestras en invernadero y en posterior cámara de germinación.

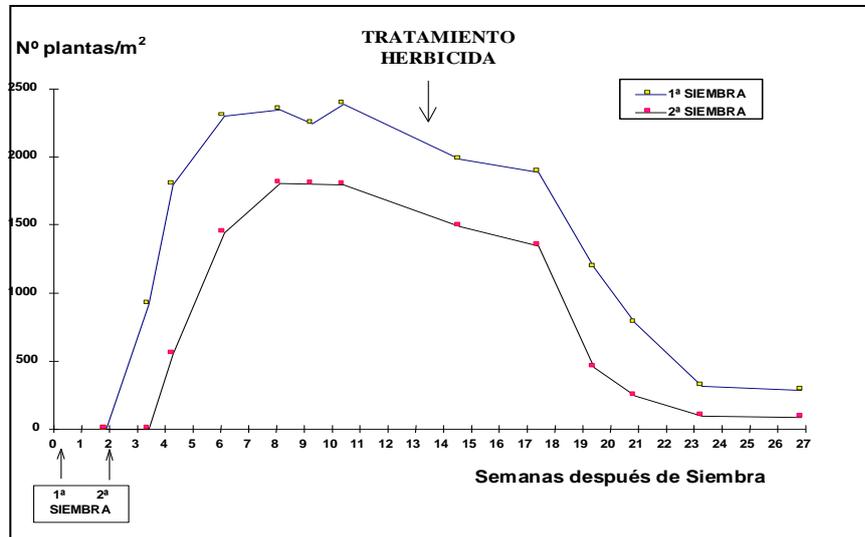
Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación del Canós (Lleida), situada a unos 8 km de la parcela de ensayo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad de *Lolium rigidum* fue distinta en función de la parcela considerada (Figura 1). Las densidades máximas se registraron al cabo del mismo número de días (43) respecto a las respectivas siembras. El retraso en la fecha de siembra, sin embargo, comportó una reducción en la densidad máxima de la población en un 27% y, en consecuencia, una diferente eficacia del tratamiento herbicida: de un 85% en la primera siembra y de un 95% en la segunda. MATTHEWS & POWLES (1996) obtienen una reducción en densidad de *Lolium* entre un 44-59% cuando el retraso en la siembra es de tres semanas. GILL & HOLMES (1997) cifra el descenso entre un 11 y 30% para cada semana de retraso. Nuestros resultados coinciden con los valores obtenidos por esos autores.

En el modelo diagramático (Figura 2), podemos constatar que estos resultados son consecuencia del descenso registrado (cerca de un 40%) en la densidad del banco de semillas. La lluvia acumulada en noviembre durante las semanas previas a la segunda siembra (31 mm) y la retención de humedad del suelo en esas fechas, favoreció la germinación de plántulas, las cuales fueron eliminadas con las labores preparatorias de la siembra tardía. Por su parte, las tasas de nacencia y de supervivencia fueron similares en ambas parcelas, si bien la densidad de plántulas fue menor en la segunda siembra y en consecuencia

mayor la eficacia del herbicida tralkoxidim (95% versus 85%). Asimismo, y a pesar de la menor fecundidad de la población más precoz -consecuencia de una alta competencia intraespecífica-, la producción final de semillas por unidad de superficie fue menor en la segunda siembra, en correspondencia con la densidad final de la población (un 75% menor). Por otra parte ninguna de las plántulas establecidas a partir de la germinación tardía ocurrida en el mes de abril, en ambas parcelas, alcanzó con éxito el estado de adulto.



**Figura 1.** Evolución del tamaño de la población de *Lolium rigidum* a lo largo del ciclo del cultivo a partir de dos momentos de siembra distintos

A pesar de la similitud de las tasas de germinación, el ritmo y magnitud de las nacencias semanales de *Lolium*, en cada parcela, fue distinto (Figura 3). En la primera siembra el máximo de nacencias (40% del total) se registró a los 24 días. En la segunda siembra este máximo (45%) se alcanza poco después, a los 30 días. En ambos casos, el porcentaje de mortalidad es de una magnitud proporcional al de las emergencias habidas cada semana. El intervalo de tiempo dentro del cual se han registrado las emergencias coincide con los observados en otras zonas cerealistas de Lleida (RECASENS & KUC, 1998), concentrándose especialmente dentro de los 40 días después de la siembra del cultivo.

Los rendimientos obtenidos en cada parcela se presentan en la Tabla 1. La pérdida de rendimiento en función del desfase en la fecha de siembra equivale a unos 46 kg/ha por cada día de retraso de la misma. Estos resultados son próximos a los observados por ANDERSON *et al.* (1991) en trabajos experimentales en trigo pero llevados a cabo en ausencia de malas hierbas, y que cifran este descenso entre 15 y 50 kg/ha/día.

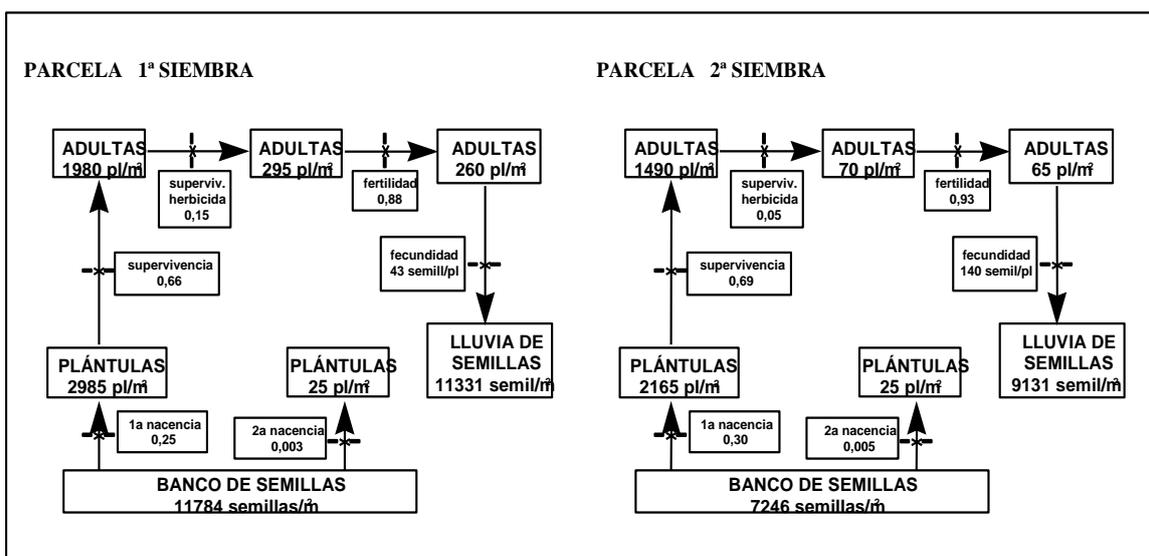


Figura 2. Modelo diagramático de la demografía de *Lolium rigidum*, en parcela 1ª siembra y en parcela 2ª siembra

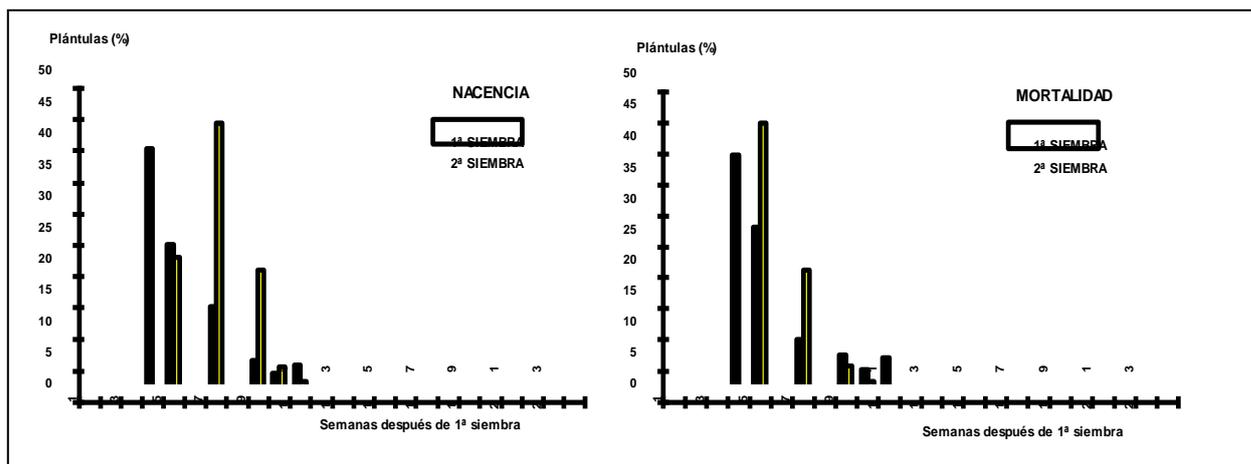


Figura 3. Representación porcentual de la nacencia y mortalidad de *Lolium rigidum*, en cada parcela según el efecto de la siembra del cultivo.

Tabla 1. Rendimientos y pérdida de peso por día de retraso en la siembra.

418	
-----	--

	1ª Siembra	2ª Siembra	PG/DR (kg/día/ha)*
kg/ha	5014	4411	46,38

\* PG/DR: Pérdida de peso de grano/ha por día de retraso de siembra

## CONCLUSIONES

El retraso en la fecha de siembra del cereal ha comportado un descenso cualitativo de la densidad de plántulas de *Lolium rigidum*. Este descenso lo cuantificamos en un 12-13% por cada semana de retraso, cifra similar a la obtenida para esta misma especie y cultivo en Australia. Según GILL (1996), la emergencia de esta especie en otoño está regulada principalmente por tres factores: las tasas de germinación del banco de semillas, la presencia de lluvias precoces en verano o principios de otoño y el mantenimiento de las condiciones de humedad en el suelo tras las lluvias. La precipitación registrada en nuestro ensayo durante las semanas previas a la segunda siembra ha permitido una precoz y notoria germinación del banco de semillas, cuyas plántulas pudieron ser, días más tarde, eficazmente eliminadas con las labores de preparación de la segunda siembra. La utilización de esta técnica cultural combinada con un herbicida con una materia activa distinta a las habitualmente utilizadas, ha permitido reducir el tamaño final de la población en un 75%. Este retraso ha comportado, sin embargo, un descenso del rendimiento del trigo equivalente a 46 kg/ha/día, valor próximo al observado por otros autores en este mismo cultivo pero realizados en ausencia de malas hierbas.

Dada la problemática derivada de la presencia de poblaciones resistentes de *Lolium rigidum* en los cereales de Cataluña, el establecimiento de estrategias de control integrado resulta urgente y necesario. La eficacia observada -en reducción del tamaño de la población- mediante el retraso en la siembra del cultivo, da pie a su utilización y ajuste no solo junto a métodos de control químico tradicionales, sino también en combinación con otros métodos culturales tales como las labores del suelo, rotaciones o incremento de densidad del cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación CICYT AGF97-1230. Queremos asimismo agradecer al Sr. Bertomeu Porta, propietario de la parcela donde se ha realizado el ensayo, su ayuda y colaboración en las tareas de campo llevadas a cabo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, W.K., BELFORD, R.K. CROSBIE, G.B., LOSS, S.P., MASON, M.G. & PERRY, M.W. (1991). Crop management. In: The Wheat Book - A Technical manual for wheat Producers, ed. M. W. Perry & B. Hillman. Department of Agriculture. Western Australia. pp: 87-114.
- DEL PIE, J. (1994). Estudio de la resistencia de poblaciones de *Lolium rigidum* al clortolurón y diclofop-metil. Proyecto Final de Carrera. ETSEA. Universitat de Lleida.
- GILL, G. (1996). Ecology of annual ryegrass. In: Wild oats, annual ryegrass and vulpia, ed. P. Dowling and R. Medd. Plant Protection Quarterly Vol 11 supplement 1. pp: 195-198.
- GILL, G. & HOLMES, J.E. (1997). Efficacy of cultural methods for combating-resistant *Lolium rigidum*. Pesticide Science, 51. pp: 352-358.
- MATTHEWS, J.M. (1996). Cultural management of annual ryegrass. In: Wild oats, annual ryegrass and vulpia, ed. P. Dowling and R. Medd. Plant Protection Quarterly Vol 11 supplement 1. pp: 198-200.
- MATTHEWS, J.M. & POWLES, S.B. (1996). Managing herbicide resistant annual ryegrass, southern Australian research. Proc. 11th Australian Weeds Conference. Melbourne. pp: 537-541.
- OTAL, A. (1998). Estudio sobre poblaciones de *Lolium rigidum* Gaud. resistentes a herbicidas. Proyecto Final de Carrera. ETSEA. Universitat de Lleida.
- POWLES, S.C.; PRESTON, C.; BRYAN, I.B. & JUTSUM, A.R. (1997). Herbicide resistance: Impact and management. Advances in Agronomy, Vol 58. pp: 57-92.
- RECASENS, J. & KUC, A. (1998). Variabilité phenologique et intégrale thermique de *Lolium rigidum* Gaudin dans les cultures céréalières. 6ème Symposium Méditerranéen EWRS, Montpellier, pp: 229-230.
- RECASENS, J., TABERNER, A. & IZQUIERDO, J. (1997). *Lolium rigidum* Gaud. en cultivos de cereales. In: Biología de las malas hierbas de España, ed: X. Sans & C. Fernández-Quintanilla. Phytoma-SEMh. pp: 49-64.
- TABERNER, A.; MENÉNDEZ, J.; DE PRADO, J.L. & DE PRADO, R. (1996). Herbicide-resistance weeds in Catalonia. Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Córdoba. pp: 34-36

Summary: Does the cereal sowing date influence in the management of herbicide-resistant *Lolium rigidum* populations? During the 1997/98 season, a test has been carried out in order to estimate the effect in two different sowing dates, with a 13-days break, on an herbicide-resistant (chlortoluron and diclofop-methyl) *Lolium rigidum* Gaudin population. The delay in the sowing involved a downturn in the seed bank of about the 40%, of the density of the maximum of seedlings about the 27% and, after the application of an herbicide with a different chemistry (tralkoxidim), a final size of the population about a 75% smaller. However, the delay involved a yield loss equivalent to 46 kg/ha/day. The usefulness of this technique in the management of herbicide-resistant weeds is being discussed.

Key Words: *Lolium rigidum*, herbicide-resistant, delayed sowing, demography.

**RESISTENCIA A JOPO, *Orobanche crenata*, EN HABAS, *Vicia faba***

J.C. SILLERO<sup>\*</sup>, D. RUBIALES<sup>\*\*</sup>, M.T. MORENO<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>CIFA, Apdo. 4240, 14080-Córdoba

<sup>\*\*</sup>IAS-CSIC, Apdo. 4084, 14080-Córdoba

**Resumen:** Las habas son uno de los cultivos de leguminosas que más seriamente se ven afectados por el ataque de *Orobanche crenata* a lo largo de toda la Cuenca Mediterránea. Son muchas las medidas de control desarrolladas a lo largo del tiempo, desde métodos químicos a prácticas culturales. A esas medidas se puede unir la siembra de variedades con resistencia genética. En el presente trabajo se ha evaluado una colección de habas, habiéndose identificado líneas resistentes y tolerantes. La resistencia se ha confirmado en ensayos en varias localidades y en condiciones ambientales controladas.

### INTRODUCCION

El jopo, *Orobanche crenata* Forsk., es el principal factor limitante del cultivo de las habas en toda la Cuenca Mediterránea, región cuyo clima (primaveras y veranos cálidos e inviernos templados) proporciona las condiciones idóneas para el desarrollo de esta enfermedad. Son muchas las medidas de control recomendadas para paliar los daños causados por esta planta parásita, desde prácticas culturales a empleo de sustancias químicas y medidas de biocontrol, que pueden complementar al empleo de variedades resistentes.

El objetivo del presente trabajo es identificar nuevas fuentes de resistencia genética a jopo en *V. faba* y comprobar la estabilidad de dicha resistencia en diferentes localidades y bajo condiciones climáticas controladas.

## MATERIALES Y METODOS

Durante las campañas agrícolas 94/95 y 95/96 se estudió el comportamiento frente a jopo de una colección de 53 líneas de habas, alguna de las cuales habían sido previamente descritas como resistentes. Las siembras se realizaron en un campo de Córdoba altamente infestado de semillas de *O. crenata*, en surcos de 1 m (10 semillas) rodeando cada línea de 4 surcos de una variedad testigo susceptible 'Prothabon'. La evaluación consistió en el conteo de jopos emergidos por planta, una vez éstas habían alcanzado la madurez. Para evitar una posible distribución heterogénea de las semillas del jopo en el suelo, este dato se expresó como porcentaje del valor medio del n° de jopos por planta de los surcos de testigo (100%). También se observó el estado de desarrollo de las plantas y la producción o no de vainas.

El año 96/97 se estudiaron en Córdoba y Mengíbar (Jaén) 23 líneas que habían mostrado una respuesta interesante ante el ataque de jopo en los ensayos de los dos años anteriores, junto a las variedades Prothabon y Alameda como testigos. Todos estos ensayos se realizaron con 3 repeticiones, con una siembra similar a la de años anteriores. En aquellas líneas que las plantas estaban muertas desde muy temprano y apenas se observaban jopos emergidos, se cavaron los surcos y se contaron los jopos sin emerger. 13 de esas líneas se sembraron ese mismo año en dos parcelas contiguas infestadas con jopo, con 3 repeticiones. En una de las parcelas se controló la aparición de jopo aplicando glifosato. En la otra se dejó desarrollar el jopo. Al final de la campaña, se contó de números de jopos por planta, y se determinó el peso seco de las plantas y del grano, en ambas parcelas.

La respuesta en campo de 17 líneas (de las 25 que se estudiaron en el 96/97) se confirmó mediante un ensayo en maceta, en condiciones controladas. Se pusieron 4 repeticiones y 12 macetas por línea. Se emplearon macetas de 1 litro, con vermiculita mezclada con 25 mg de semillas de jopo. En cada maceta se colocó una semilla pregerminada de la variedad a estudiar. La evaluación se realizó unos 100 días después de la siembra, lavando las raíces y contando el número de jopos por planta. Los jopos se clasificaron según su estado de desarrollo en 7 categorías, descritas por TER BORG *et al.* (1994).

## RESULTADOS

Veintitrés de las 53 entradas estudiadas en campo en las dos primeras campañas (94/95 y 95/96), presentaron en los dos años unos niveles de ataque de jopo inferiores al 50 % del ataque presentado por el testigo. Este grupo de líneas se estudió un tercer año de campo, junto al testigo susceptible, Prothabon, y a la variedad Alameda, en dos localidades (Tabla 1). En los tres años de campo, al observar el estado de las plantas, todas las líneas que habían sido descritas como resistentes (líneas ILB-n°, BPL-n°, VF-n° y L-n°) presentaban un buen desarrollo, con buena producción de vainas. Sin embargo, las 9 líneas VFM-n° presentaban plantas endebles, que habían muerto produciendo muy pocas o ninguna vaina, lo que sugería que esas líneas no eran resistentes, sino altamente susceptibles y que, debido a una muerte temprana, no permitían apenas la emergencia de jopo. Por ello, el tercer año se cavaron los surcos de esas 9 líneas y se obtuvo el porcentaje de jopos totales (emergidos más no emergidos), presentando todas ellas niveles de jopos totales similares o superiores a los del testigo (Tabla 1), confirmándose así la susceptibilidad extrema.

En vista a los resultados obtenidos en los tres años de campo, las líneas ILB 2585, 4348, 4350, 4351, BPL 2210, VF 1071, L 1 y L 2 han mostrado buenos niveles de resistencia. El comportamiento de todas las líneas ha sido estable en dos localidades diferentes. En el ensayo de tolerancia a jopo, Alameda fue la única variedad que se puede considerar realmente tolerante. Fue la única línea en la que el incremento de rendimiento producido al eliminar el ataque de jopo fue muy pequeño, aun cuando mostró niveles ataque de jopo elevados.

Los resultados obtenidos en campo se comprobaron posteriormente con un ensayo en maceta. Todas las 8 líneas descritas como resistentes en campo, junto con las líneas ILB 4347, 4349, 4993 y Alameda, mostraron un menor número de jopos que el testigo susceptible. Es de destacar el comportamiento de la línea VF-1071 en la que se encontraron muy pocos jopos y todos se encontraban en estados de desarrollo muy tempranos. Las tres líneas VFM estudiadas (VFM-26, 51 y 119) presentaron niveles de ataque superiores o similares a los del testigo susceptible, confirmándose así la susceptibilidad extrema presentada por esas líneas en campo.

En un estudio de correlaciones, se ha observado que en ninguno de los años de campo la fecha de floración ni de formación de vainas se correlaciona con el ataque de jopo. Al estudiar la correlación entre el número de jopos y/o el desarrollo de los mismos con el peso de la raíz de las plantas, no encontramos correlación entre el peso de las raíces de las plantas con el número de jopos por planta (ni con el n° total ni con el n° de jopos por planta en cada estadio individualmente).

## DISCUSION

En base a los resultados obtenidos en todos los ensayos, se puede decir que las líneas: ILB 2585, 4347, 4348, 4350, 4351 y 4993, BPL 2210, VF-1071 y, especialmente L 1 y L 2 han mostrado niveles de resistencia bastante buenos, presentando siempre niveles de ataque inferiores a los del testigo susceptible. También se ha confirmado el carácter de línea tolerante a jopo previamente hallado para la variedad Alameda, única línea tolerante de este trabajo.

Además de las líneas con resistencia real hemos encontrado un grupo de nueve líneas puras en las que, presentando una muy baja emergencia de jopo, las plantas mostraban síntomas de muerte temprana, no llegaron a florecer o produjeron pocas o ninguna vaina. La gran cantidad de jopos sin emerger presentada por estas líneas debía haber sido la causante de la muerte temprana de las plantas, que impedía también la emergencia del jopo. Sugerimos que se trata de una susceptibilidad extrema enmascarada por una muerte temprana de las plantas. Siete de las líneas con susceptibilidad extrema, VFM-26, 27, 35, 51, 119, 164 y 173, habían sido publicadas como resistentes o moderadamente resistentes por SNELDER *et al.* (1994), en base al n° de jopos emergidos. Así, con este trabajo se plantea la cuestionabilidad del empleo del número de jopos por planta como uno de los mejores índices de evaluación de esta enfermedad, como propusieron GIL *et al.* (1987). A la vista de estos resultados, este índice sólo será útil si va acompañado de una observación detallada del estado general de desarrollo de las plantas, observación que ya ha sido recomendada por MANSCHADI *et al.* (1997).

En nuestro trabajo en condiciones controladas encontramos cierta correlación negativa entre el peso seco de las plantas y el número de jopos. Esto parece estar en consonancia con lo publicado por MESA-GARCÍA y GARCÍA-TORRES (1986) de que, en general, el peso de las plantas decrece conforme mayor es el ataque de jopo, dado que el jopo está sustrayendo nutrientes de la planta, lo que se reflejará en una disminución de peso de la misma. La ausencia de correlación encontrada en los ensayos de maceta entre el peso de las raíces de las plantas con el número de jopos descarta la posibilidad de que la resistencia encontrada en el presente trabajo venga dada por un escaso desarrollo radicular de las plantas, como han sugerido para ciertos genotipos ZAITOUN y TER BORG (1994).

En general, el comportamiento de todas las líneas de habas estudiadas ha sido muy similar en las dos localidades estudiadas (Córdoba y Mengibar). Si bien se trataba de zonas relativamente próximas, los resultados encontrados no permiten hacer distinciones entre grupos de virulencia en estas dos poblaciones de jopo.

En nuestros ensayos de campo no se ha encontrado correlación entre la fecha de floración ni la de formación de vainas con los niveles de ataque de jopo, como ya encontraron otros autores (SNELDER *et al.*, 1994). Por el contrario, esto parece contradecir las afirmaciones de MESA-GARCÍA y GARCÍA-TORRES (1986), quienes sugieren que el ataque de jopo es mayor en aquellas líneas de habas que presentaban periodos de desarrollo más largos (debidos a una siembra más temprana), y viceversa. MANSCHADI *et al.* (1997) dan como explicación de este fenómeno el hecho de que las vainas en desarrollo actúan como un importante sumidero de nutrientes, que competirán con el jopo, impidiendo así su desarrollo.

## BIBLIOGRAFIA

- GIL J., MARTÍN L.M. y CUBERO J.I. 1987. *Plant Breeding*, 99: 134-143.
- MANSCHADI A.M., SAUERBORN J., KROSCHEL J. y SAXENA M.C. 1997. *Weed Research*, 37: 39-49.
- MESA-GARCÍA J. y GARCÍA-TORRES L. 1986. *Weed Science*, 34: 544-550.
- SNELDER Y., MORENO M.T., MARTÍN A. y GIL J. 1994. *Biology and Management of Orobanche* (eds.: Pieterse A.H., Verkleij J.A.C. y Ter Borg S.J.), págs: 474-481. Amsterdam, Holanda, 1994.
- TER BORG S.J., WILLEMSSEN A., KHALIL S.A., SABER H.A., VERKLEIJ J.A.C. y PIETERSE A.H. 1994. *Crop Protection*, 13: 611-616.
- ZAITOUN F.M.F. y TER BORG S.J. 1994. *Biology and Management of Orobanche*, (eds.: Pieterse A.H., Verkleij J.A.C. y Ter Borg S.J.), págs: 264-275. Amsterdam, Holanda, 1994.

Summary: Broomrape (*Orobanche crenata*) resistance in faba bean (*Vicia faba*): Faba beans are seriously affected by the *O. crenata* attacks on the Mediterranean Area. Several control methods have been developed from old times, from chemical methods to cultural practices. That can be complemented with the use of available levels of genetic resistance and/or tolerance. In the present work a collection of faba bean lines has been evaluated and some resistant and tolerant lines have been identified. Stability of the resistance has been studied at different locations and confirmed several years and under controlled conditions.

Tabla 2: Jopos emergidos y totales en habas, en campo (Córdoba y Mengíbar), en la campaña 96/97. Datos del ensayo en maceta<sup>a</sup>.

LINEA <sup>d</sup>	Campo de Córdoba <sup>b</sup>				Campo de Mengíbar <sup>b</sup>				Ensayo en maceta <sup>c</sup>					
	%jopos emergidos		%jopos totales		%jopos emergidos		%jopos totales		Nº jopos totales/pl.	Jopos/pl. estadio ≤4	Jopos/pl. estadio >4			
Alameda	117.0	a	n	d <sup>e</sup>	55.8	bcdef	n	d	1.08	d	0.82	efg	0.26	bc
Protabon	103.2	ab	103.2	b	104.9	abcd	104.9	b	4.85	b	3.92	ab	0.93	ab
BLP 241	98.7	abc	n	d	156.7	a	n	d	3.42	bc	2.53	cde	0.89	abc
ILB 1825	76.6	bcd	n	d	6.2	f	n	d	n	d	n	d	n	d
ILB 4349	66.8	bcd	n	d	59.2	bcdef	n	d	1.33	d	1.09	ef	0.24	bc
ILB 2585	59.5	cde	n	d	22.5	ef	n	d	0.83	d	0.66	fg	0.17	bc
VF-172	55.0	defg	n	d	45.1	bcdef	n	d	3.56	bc	3.05	bcd	0.51	bc
ILB 4993	52.0	defg	n	d	38.1	cdef	n	d	1.99	cd	1.70	def	0.29	bc
ILB 4348	45.2	defg	n	d	13.5	f	n	d	1.09	d	1.03	efg	0.06	c
VFM-100	41.0	defg	140.5	ab	91.0	abcde	181.6	ab	n	d	n	d	n	d
ILB 4347	40.8	defg	n	d	34.7	def	n	d	0.37	d	0.29	fg	0.08	c
ILB 4350	38.9	defg	n	d	5.3	f	n	d	0.16	d	0.08	g	0.08	c
VFM-26	38.1	defg	157.6	ab	51.2	bcdef	146.9	ab	5.21	ab	4.40	ab	0.81	abc
ILB 4351	37.4	defg	n	d	7.0	f	n	d	0.28	d	0.22	g	0.06	c
VFM-119	36.2	defg	78.6	b	9.5	f	92.8	b	3.46	bc	2.56	cd	0.90	abc
VF-1071	30.4	efg	n	d	10.2	f	n	d	0.24	d	0.24	g	0.00	c
VFM-97	27.9	efg	97.7	b	116.4	ab	151.6	ab	n	d	n	d	n	d
BLP 2210	27.5	efg	n	d	0.0	f	n	d	2.09	cd	2.00	cde	0.09	bc
VFM-51	26.7	efg	219.6	a	47.8	bcdef	181.0	ab	6.82	a	5.32	a	1.5	a
VFM-27	25.3	efg	100.8	b	13.7	f	64.1	b	n	d	n	d	n	d
VFM-164	23.4	efg	85.0	b	110.3	abc	313.5	a	n	d	n	d	n	d
L 2	17.2	fg	n	d	2.1	f	n	d	0.14	d	0.11	g	0.03	c
L 1	15.7	fg	n	d	0.0	f	n	d	0.28	d	0.28	fg	0.00	c
VFM-173	12.5	g	81.1	b	91.2	abcde	183.9	ab	n	d	n	d	n	d
VFM-35	11.5	g	104.5	b	29.9	ef	117.4	b	n	d	n	d	n	d

<sup>a</sup> Los datos con la misma letra por columna no son significativamente diferentes (Duncan, p<0.05).

<sup>b</sup> Datos expresados como porcentaje del nº de jopos de los surcos de testigo susceptible, Prothabon, que rodeaban a cada línea estudiada.

<sup>c</sup> Nº de jopos por planta, clasificados según su estado de desarrollo en 7 categorías (Ter Borg *et al.* 1994).

<sup>d</sup> Líneas ILB y BPL procedentes de ICARDA; VFM de la ETSIAM de Córdoba; VF y L del Dpto. de Mejora y Agronomía del CIFA de Córdoba.

<sup>e</sup> nd = no determinado

**EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN LA INFECCIÓN DE *Orobanche crenata* SOBRE VARIEDADES SUSCEPTIBLES Y RESISTENTES DE HABAS Y VEZAS**

J.C. SILLERO\*, A. PÉREZ-DE-LUQUE\*\*, D. RUBIALES\*\*, M.T. MORENO\*

\*CIFA, Apdo. 4240, 14080-Córdoba

\*\*IAS, CSIC, Apdo. 4084, 14080-Córdoba

**Resumen:** Durante tres campañas agrícolas se ha estudiado el efecto de la fecha de siembra de leguminosas en el parasitismo del jopo (*Orobanche crenata*). Se ha estudiado una variedad resistente y otra susceptible de dos especies: habas (*Vicia faba*) y vezas (*V. sativa*). En las variedades susceptibles de las dos especies encontramos que un retraso en la fecha de siembra va acompañado de una disminución en la cantidad de jopos emergidos, pero lleva asociado una pérdida de rendimiento debida al acortamiento del ciclo del cultivo. Además, este rendimiento se puede ver también afectado por un elevado nº de jopos establecidos que no llegan a emerger. Sin embargo, en las variedades resistentes, los ataques de jopo se mantienen a niveles muy bajos, incluso en siembras muy tempranas, con el beneficio añadido del incremento de rendimiento debido a un ciclo de cultivo más largo.

### **INTRODUCCION**

La fecha de siembra tiene un marcado efecto en el ataque del jopo a las habas. En siembras tempranas se ha observado un aumento en el número de jopos por planta y un avance en el estado de desarrollo de los mismos, con lo que disminuye el rendimiento del cultivo (MESA-GARCÍA y GARCÍA-TORRES, 1986). Por ello, se han recomendado siembras tardías: el cultivo se establece en invierno, pero el jopo no germina a temperaturas inferiores a 8 °C, por lo que el ataque se producirá muy tarde, y con ello las pérdidas de producción serán menores. Pero siembras demasiado tardías suelen ir acompañadas de una reducción en el rendimiento, por un acortamiento del ciclo del cultivo, por lo que el retraso en la fecha de siembra ha de ser de tal manera que se busque un equilibrio que minimice tanto las pérdidas por el jopo como por el acortamiento del ciclo.

El objetivo del presente trabajo ha sido el estudio del retraso en la fecha de siembra en dos leguminosas cultivadas, habas y vezas, en el ataque de jopo, empleando variedades tanto resistentes como susceptibles.

## MATERIALES Y METODOS

Durante 3 años, 96/97 a 98/99, se estudió el efecto de la fecha de siembra en el establecimiento del jopo. La siembra tuvo lugar en Córdoba en un campo altamente infestado de semillas de jopo, en surcos de 2m (20 semillas), con 4 repeticiones por siembra. Se estudió una variedad resistente y una susceptible de habas, *Vicia faba* (Baraca y Pothabón), y de vezas, *V. sativa* (A01 y V-27). Cada año se realizaron 4 ó 5 siembras, desde mediados de Octubre/ Noviembre a mediados de Febrero/Marzo.

En los dos primeros años la evaluación consistió, una vez que las plantas estuvieron completamente maduras, en el conteo del nº de jopos emergidos por planta. En la última campaña agrícola, los surcos de cada variedad fueron surcos dobles. En uno de ellos, quincenalmente y desde mediados de Marzo (cuando observamos las primeras instalaciones en plantas testigo), se realizó el conteo del número de jopos sin emerger, cavando cada surco.

## RESULTADOS

En la primera campaña observamos que la variedad resistente de habas, Baraca, presentó mayores niveles de ataque en la primera fecha de siembra. El ataque fue menor cuando se fue retrasando la siembra (Tabla 1). En la segunda campaña de campo, esta variedad mostró niveles de establecimiento de jopo muy bajos. Aún así, se encontraron diferencias entre los niveles de ataque de las dos primeras con las tres últimas siembras, donde apenas se encontraron jopos emergidos. En la tercera campaña, la variedad resistente apenas mostró ataque de jopo, sin haber diferencia entre las distintas fechas de siembra. En la variedad susceptible, Prothabon, en la primera campaña ocurrió algo un tanto inusual, pues el ataque de jopo fue incrementando levemente de la primera a la tercera siembra, para disminuir drásticamente el número de jopos por planta en la última siembra (Tabla 1). Este comportamiento pudo ser originado por las extrañas condiciones meteorológicas de esa campaña, al ser la pluviometría muy elevada durante los meses de Diciembre y Enero, lo que favoreció el desarrollo de las plantas y el consiguiente establecimiento del jopo. En la segunda y tercera campaña, el establecimiento de jopo en la variedad susceptible de habas fue decreciendo conforme se fue retrasando la fecha de siembra (Tabla 1).

En cuanto a las vezas, el ataque de jopo a la variedad resistente, A01, en los tres años fue muy escaso (Tabla 1), independientemente de la fecha en que tuviera lugar la siembra, disminuyendo siempre el establecimiento conforme se retrasó la siembra. El comportamiento de la línea susceptible, V-27, también fue muy similar entre las tres campañas estudiadas, siendo menores los niveles de ataque de jopo en las siembras tardías.

Cabe destacar los escasos niveles de ataque de jopo observados en la última campaña en todas las variedades y en todas las siembras. Esto posiblemente fue debido a la fuerte sequía sufrida ese año. Como consecuencia, se vio afectado el desarrollo de las plantas, lo que repercutió en el ataque de jopo. Sin embargo, los dos primeros años fueron mucho más lluviosos y las plantas se desarrollaron mejor, permitiendo así una mayor emergencia del jopo.

Durante la tercera campaña de campo se llevó a cabo un segundo estudio consistente en la evaluación del número de jopos no emergidos (Figura 1) con el fin de estudiar el posible efecto de la fecha de siembra no sólo en la emergencia del jopo, sino también en el establecimiento del mismo. En la variedad resistente de habas, Baraca, se observó un nº de jopos no emergidos bastante bajo, independientemente de la fecha de siembra, decreciendo levemente dicha cantidad conforme se retrasó la siembra. Sin embargo, en la variedad susceptible, Prothabon, el nº de jopos no emergidos aumentó levemente de la primera a la segunda siembra, decreciendo notablemente cuanto más tardía fue la siembra, siendo muy bajo este nº en la última siembra. En vezas ocurrió algo similar a lo descrito para habas, si bien en la variedad susceptible, V-27, el número de jopos no emergidos fue menor al observado en habas. Además en esta línea no se produjo el aumento del nº de jopos de la primera a la segunda siembra que se observó en habas.

La primera observación de jopos instalados se produjo a primeros de Marzo para las siembras de Octubre y Noviembre, a primeros de Abril para las siembras de Diciembre y Enero. En la siembra de Febrero, los primeros jopos se establecieron en principio de Abril en Prothabon, y a mediados de este mes para el resto de las variedades. En habas el nº de jopos instalados en la primera observación fue muy diferente

entre variedades: 10-14 jopos en Prothabon frente a 0-2 en Baraca. Este número disminuyó hasta 5 en las siembras tardías en Prothabon, mientras que en Baraca se mantuvo próximo a 0. En el caso de las vezas las diferencias no fueron tan acusadas, pasando en la susceptible de 3-4 jopos a 0-2 al retrasar la siembra, permaneciendo constante y cercano a 0 en la resistente.

## DISCUSION

El presente trabajo se ha desarrollado retrasando la fecha de siembra de dos leguminosas, habas y vezas, desde Octubre/Noviembre, mes en que se siembran normalmente, hasta Febrero/Marzo. El objetivo del ensayo ha sido el estudiar si el acortamiento en el ciclo de esos cultivos iría acompañado de una disminución en el ataque del jopo, como ha sido descrito previamente para habas (MESA-GARCÍA y GARCÍA-TORRES, 1986).

En habas se ha observado que el ataque de jopos en la variedad resistente estudiada, Baraca, se mantiene a unos niveles muy bajos, tanto al considerar la emergencia como el establecimiento, independientemente de la fecha en la que se haya producido la siembra. Sin embargo, la emergencia de jopo en la variedad susceptible, Prothabon, ha sido menor en siembras tardías. No obstante, el comportamiento de esta variedad puede verse muy influido por las condiciones ambientales. Así, cuando el clima favorezca un buen desarrollo de las plantas y éstas estén vigorosas, el establecimiento del jopo es mayor, como indican AALDERS y PIERTERS (1987). Así, el nivel de ataque de jopo en el primer año aumentó al retrasar la siembra, debido a una climatología favorable para el crecimiento de las habas.

Como ocurrió en las habas, la variedad resistente de veza, A01, mostró unos niveles muy bajos de jopos emergidos y establecidos, independientemente de la época en la que tuviera lugar la siembra. Por el contrario, en la variedad susceptible, V-27, el ataque de jopo ha ido disminuyendo conforme se ha retrasado la siembra. Así pues, un retraso de la fecha de siembra hasta Diciembre o Enero parece ser suficiente para que la emergencia del jopo en la veza susceptible no sea muy elevada. Aquí puede ocurrir lo descrito por CUBERO y MORENO (1979) de que un escape por el acortamiento del ciclo se confunda con resistencia.

Aún cuando la fecha de siembra más tardía sería la más recomendable por el menor ataque de jopo, un factor a tener también en cuenta es el rendimiento de las plantas. Si bien no se llevó a cabo un estudio exhaustivo de rendimientos, sino sólo una apreciación general de la productividad, se pudo observar que en las siembras más tardías, principalmente Febrero y Marzo, la producción de todas las variedades sufrió una disminución debido al acortamiento del ciclo de cultivo. En el último año podemos comprobar como a ese acortamiento del ciclo del cultivo se le une, sobre todo en las variedades susceptibles, un aumento en el nº de jopos establecidos que no llegan a emerger. Este número de establecimientos va disminuyendo conforme se retrasa la siembra, haciéndose notable sobre todo en la última siembra. Esta cantidad de jopos no emergidos es especialmente alto en habas. Puede que esto influya negativamente sobre el rendimiento, confirmándose lo expuesto por MESA-GARCÍA y GARCÍA-TORRES (1986) de que el incremento en el ataque de jopo se refleja en una disminución de la producción. La fecha de inicio del ataque de jopo para las siembras más tempranas concuerda con los datos obtenidos anteriormente por ARJONA-BERRAL *et al.* (1987). El retraso en la instalación del jopo en siembras más tardías puede explicarse fácilmente por un retraso en el desarrollo de la propia planta hospedadora. Por otro lado, las diferencias en el nº de instalaciones entre variedades resistentes y susceptibles, así como su disminución con el retraso de la siembra, están muy relacionados con los datos observados de jopo emergidos en años anteriores.

Por tanto, deberemos recurrir a siembras suficientemente tardías para que el ataque de jopo no merme el rendimiento, buscando un equilibrio entre esa disminución en el establecimiento de jopo y el acortamiento del ciclo. Sin embargo, al emplear variedades resistentes podemos beneficiarnos de un ciclo largo del cultivo sin que a ello se una un alto establecimiento de jopo.

## BIBLIOGRAFIA

- AALDERS A.J.G. y PIETERS R. 1987. *Euphytica*, 36: 227-236.
- ARJONA-BERRAL A., MESA-GARCÍA J. y GARCÍA-TORRES L. 1987. *Weed Research*, 27: 349-360.
- CUBERO J.I. y MORENO M.T. 1979. Some Current Research on *Vicia faba* in Western Europe (eds.: Bond D.A., Scarascia-Mugnozza G.T. y Poulsen M.H.), págs: 41-80. Bruselas, Bélgica. 1979.
- MESA-GARCÍA J. y GARCIA-TORRES L. 1986. *Weed Science*, 34: 544-550.

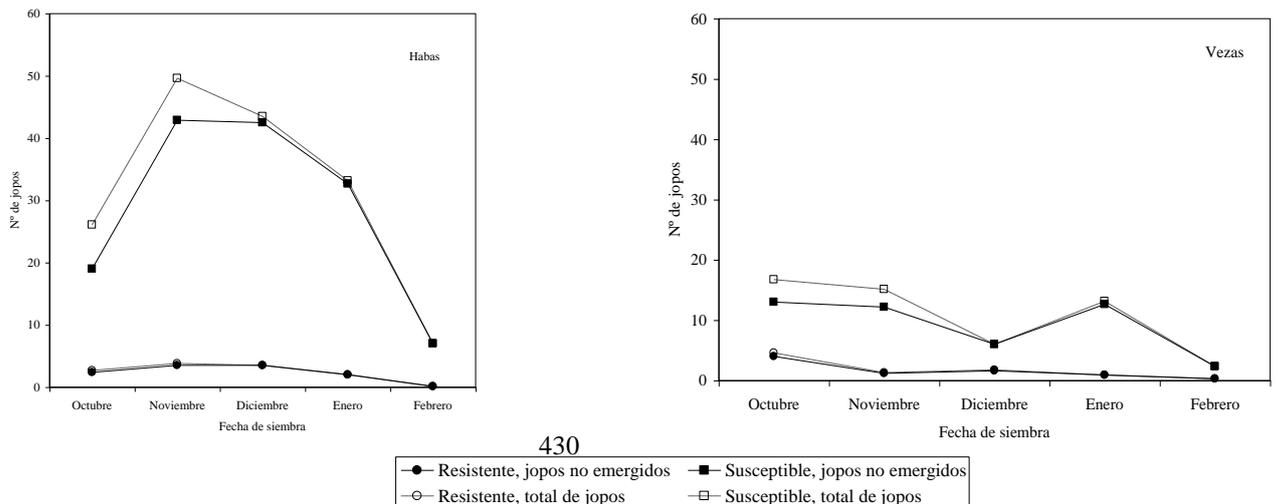
Summary: Effect of the sowing date on the *Orobanche crenata* infection on susceptible and resistant faba bean and vetch varieties:  
 The effect of the sowing date on the parasitism of broomrape (*Orobanche crenata*) in legumes have been studied during three seasons. One resistant and one susceptible varieties of cultivated legumes, faba bean (*Vicia faba*) and vetch (*V. sativa*) were used. Parasitism decreased with later sowing dates, but the reduction in the growing cycle results in decreased yield. However, in the resistant varieties, the broomrape attacks remain low, even at early sowing dates, which has the profit of an increase of yield.

Tabla 1: Número de jopos emergidos por planta en campo. Ensayos de fechas de siembra, campañas 96/97 a 98/99 <sup>a</sup>.

Siembra	Campaña 96/97				Campaña 97/98				Campaña 98/99			
	Habas		Veas		Habas		Veas		Habas		Veas	
	Baraca	Prothabon	A 01	V-27	Baraca	Prothabon	A 01	V-27	Baraca	Prothabon	A 01	V-27
Octubre	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.3 a	7.1 a	0.6 a	3.8 a
Novbre.	3.8 a	10.2 ab	2.5 a	10.9 a	1.0 a	11.8 a	0.7 a	6.8 a	0.3 a	6.8 a	0.1 b	2.9 ab
Dicbre.	1.4 ab	13.6 ab	1.1 b	4.1 b	1.0 ab	9.9 a	0.5 ab	6.3 a	0.0 a	1.0 b	0.2 ab	0.0 c
Enero	2.4 ab	18.2 a	0.8 bc	3.3 b	0.2 bc	1.6 b	0.2 bc	0.8 b	0.0 a	0.5 b	0.0 b	0.5 bc
Febrero	0.3 b	2.5 b	0.1 c	0.8 b	0.2 c	0.6 b	0.2 bc	0.7 b	0.0 a	0.0 b	0.0 b	0.0 c
Marzo	Nd	nd	nd	nd	0.1 c	0.3 b	0.0 c	0.2 b	nd	nd	nd	nd

<sup>a</sup> Los datos con la misma letra por columna no son significativamente diferentes (LDS,  $p < 0.05$ ). El análisis estadístico se ha hecho con los datos cada año independientemente. <sup>a</sup>

Figura 1: N° de jopos por planta no emergidos y totales en habas y vezas. Campaña 98/99. Tercera extracción (mediados Abril)





## **DISTINTAS COMBINACIONES CON PENDIMETALINA PARA EL CONTROL DE MALAS HIERBAS EN CEREALES**

J.L. COLLAR, D. GONZÁLEZ  
Cyanamid Ibérica S.A. Apdo 471. 28080 Madrid

Resumen: Se indica la eficacia de la pendimetalina como herbicida de cereales, solo o en combinación con clortoluron, imazametabenz o isoproturon. La pendimetalina muestra muy buena actividad en preemergencia o postemergencia precoz contra numerosas especies de hoja ancha, destacando la amapola (*Papaver rhoeas* L.) y el borroncillo (*Veronica hederifolia* L.).

Palabras clave: clortoluron, imazametabenz, isoproturon, amapola

### **INTRODUCCIÓN**

La pendimetalina es un herbicida de la familia de las dinitroanilinas, y por tanto actúa inhibiendo la unión de los microtúbulos en la mitosis; es decir, es capaz de evitar la multiplicación celular en los puntos de crecimiento de la planta (meristemas). Dada su casi nula solubilidad en agua, esta materia activa no se transloca en la planta, por lo que para conseguir un buen efecto herbicida es necesario que la pendimetalina entre en contacto directo con los meristemas vegetales, siendo el punto más sensible el hipocotilo en dicotiledóneas (en el ápice) y el nudo coleoptilar en monocotiledóneas (en el suelo, a la altura de la semilla). Su fuerte adsorción al suelo lo convierten en un buen herbicida de preemergencia, al crear una fina película en la capa superficial del suelo que mata a las hierbas al emerger (dicotiledóneas o monocotiledóneas de semilla pequeña); además, el efecto herbicida es duradero a lo largo de toda la campaña, lo que evita la necesidad de aplicaciones posteriores. Es conveniente realizar las aplicaciones con cierta humedad, para posibilitar la adsorción inicial de la pendimetalina al suelo y evitar así su fotodescomposición. El herbicida posee también un buen efecto en postemergencia temprana contra dicotiledóneas. La pendimetalina es selectiva en cereales tanto en pre- como en postemergencia del cultivo, ya que, si la siembra se ha realizado correctamente (profundidad suficiente) y el producto se queda en superficie, el meristemo del cereal no llega a entrar en contacto con el herbicida.

La pendimetalina posee un espectro de acción muy amplio, lo que hace que su uso esté muy extendido en numerosos cultivos, tanto extensivos como intensivos. En el caso concreto de cereales, la pendimetalina es activa contra numerosas dicotiledóneas anuales, incluyendo la amapola (*Papaver rhoeas* L.), borroncillo (*Veronica spp.* L.), crucíferas y otras especies; es también activa contra algunas gramíneas como la cola de zorra (*Alopecurus myosuroides* Huds.) y la espiguilla (*Apera spica-venti* L.).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los últimos veinte años el Departamento Técnico de Cyanamid Ibérica ha realizado más de 150 ensayos de campo para evaluar la eficacia herbicida de distintas combinaciones con pendimetalina en las principales zonas cerealistas de España. Buscando ampliar el espectro de acción de la pendimetalina para el control de vallico (*Lolium spp.* L.) se ha ensayado la mezcla con clotoluron, en una proporción de materias activas de 2:3, en aplicaciones tanto en preemergencia como en postemergencia temprana. Para complementar la acción de la pendimetalina con un buen control de avena loca (*Avena spp.* L.) se han llevado a cabo numerosas pruebas en campo en mezcla con imazametabenz en una proporción 5:3 en aplicaciones de postemergencia temprana. Se ha ensayado también la mezcla de pendimetalina con isoproturon, para obtener un cierto control de gramíneas (vallico y avena loca) y aumentar el espectro de acción de malas hierbas de hoja ancha. La proporción ente materias activas ha sido de 1:1, realizando tratamientos tanto en preemergencia como en postemergencia precoz.

En términos generales, los ensayos se han realizado empleando diseños en bloques al azar, con tamaños de parcela en torno a 20 m<sup>2</sup>. En todos los casos se han dispuesto parcelas testigo sin tratar y parcelas tratadas con productos standard del mercado. Las aplicaciones se han realizado a baja presión (1,5-2,5 atm), con gastos de caldo oscilando entre 250 y 300 l/ha. La eficacia herbicida se ha evaluado mediante conteo de nº de hierbas (en muestreos al azar en las parcelas) o estimando el porcentaje de superficie cubierta por cada especie infestante mediante la escla logarítmica propuesta por Barrat-Horstfall (0-11). Todas las variables se han comparado mediante Análisis de la Varianza y separación de medias usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

## RESULTADOS

En las tablas 1 a 3 se incluyen como ejemplo algunos de los resultados más representativos obtenidos por las distintas combinaciones herbicidas en los ensayos de campo realizados por el Departamento Técnico de Cyanamid Ibérica.

## DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa la respuesta a dosis de la combinación herbicida pendimetalina + clortoluron. Se aprecia una clara respuesta a la dosis entre 0,75+1,1 y 1,0+1,5 Kg i.a./ha, especialmente en el control de vallico y de borroncillo (*Veronica hederifolia* L.), y en menor medida en cien nudos (*Polygonum aviculare* L.). Por el contrario, al aumentar la dosis a 1,5+2,2 g i.a./ha no se obtienen beneficios apreciables. Como conclusión general, con la mezcla pendimetalina + clortoluron a la dosis elegida (1,0+1,5 Kg i.a./ha) se pueden obtener buenos o muy buenos controles de vallico y numerosas especies de hoja ancha, destacando la amapola, el borroncillo, el cien nudos, los conejitos (*Fumaria spp.* L.) y las crucíferas, entre otras. Para obtener buenos controles es necesario realizar aplicaciones en postemergencia bastante temprana, con el vallico en preemergencia o en 1 hoja y con las hierbas de hoja ancha desde antes de nacer hasta 4 hojas verdaderas (borroncillo, conejitos y cien nudos son especialmente sensibles al momento de aplicación, la amapola lo es menos). Respecto a la lapa (*Galium aparine* L.), aunque se han obtenido buenos controles en algunos ensayos, ha mostrado una sensibilidad bastante irregular, seguramente en función del momento de aplicación.

En la Tabla 2 se aprecia el comportamiento de la mezcla pendimetalina + imazametabenz en postemergencia temprana en cereales. Se puede comprobar que no hay respuesta clara en el rango de dosis consideradas, por lo que la menor de ellas (1,0+0,6 Kg i.a./ha) es plenamente recomendable. Con esta mezcla se obtiene un control excelente de avena loca y numerosas infestantes de hoja ancha, destacando amapola, borroncillo, cien nudos, crucíferas y otras. En el caso de la lapa, se han obtenido resultados aceptables o buenos en aplicaciones muy tempranas.

En la Tabla 3 se indican los resultados obtenidos en ensayos de la mezcla pendimetalina + isoproturon. Se aprecia una respuesta a la dosis (de 1+1 a 1,5+1,5 Kg i.a./ha) en el caso del vallico, menos clara para el resto de especies. La menor eficacia en postemergencia contra vallico y borroncillo pone de manifiesto su sensibilidad al momento de aplicación, siendo necesario tratar con el vallico en 1 hoja y con el borroncillo en 2-4 hojas como máximo. Por otra parte, se aprecia el efecto beneficioso del isoproturon en el control de especies como la manzanilla (*Matricaria spp.* L.).

## CONCLUSIONES

La pendimetalina proporciona en cereales una eficacia duradera contra numerosas especies de hoja ancha, destacando la amapola y el borroncillo, tras la aplicación de 1 Kg i.a./ha en preemergencia o postemergencia precoz de las hierbas. Además, la combinación de pendimetalina con otras materias activas permite un buen control simultáneo de gramíneas (avena loca, vallico) y de otras dicotiledóneas.

Summary: Different pendimethalin combinations for weed control on cereals. The performance of pendimethalin as cereal herbicide, alone or in combination with chlortoluron, imazamethabenz-methyl or isoproturon, is indicated. Pendimethalin shows a very good preemergence or early postemergence activity against many broadleaf weeds, including poppy (*Papaver rhoeas* L.) and speed well (*Veronica hederifolia* L.).

Key words: chlortoluron, imazamethabenz, isoproturon, poppy



Materias activas	<u>pendimetalina + clortoluron</u>		
	Dosis (Kg i.a./ha)	0,75 + 1,1	1,0 + 1,5
<i>Lolium spp.</i>	79	92	87
<i>Papaver rhoeas</i>	98	100	100
<i>Veronica hederæfolia</i>	82	100	97
<i>Fumaria spp.</i>	76	77	88
<i>Polygonum aviculare</i>	91	100	97
<i>Galium aparine</i>	70	65	65

Tabla 1. Eficacia obtenida sobre distintas malas hierbas tras la aplicación de pendimetalina en combinación con clortoluron en postemergencia temprana en cereales. Las cifras expresan el porcentaje medio de control frente al testigo observado en 9 ensayos (1992).

Materias activas	pendimetalina + imazametabenz		imazametabenz
	Dosis (Kg i.a./ha)	1,0 + 0,6	
<i>Avena sterilis</i>	98	99	98
<i>Papaver rhoeas</i>	100	99	10
<i>Veronica hederæfolia</i>	98	100	72
<i>Fumaria spp.</i>	97	99	33
<i>Polygonum aviculare</i>	99	100	48
<i>Galium aparine</i>	86	88	63

Tabla 2. Eficacia obtenida sobre distintas malas hierbas tras la aplicación de pendimetalina en combinación con imazametabenz en temprana postemergencia en cereales. Las cifras expresan el porcentaje medio de control frente al testigo observado en 14 ensayos (1991).

Materias activas	<u>pendimetalina + isoproturon</u>			<u>standard</u>
	Dosis (Kg i.a./ha)	1+1 PE	1,5+1,5 PE	
<i>Avena sterilis</i>	58	72	71	49
<i>Lolium spp.</i>	75	91	58	59
<i>Papaver rhoeas</i>	95	100	100	75
<i>Veronica hederæfolia</i>	100	100	17	12
<i>Fumaria spp.</i>	72	81	81	41
<i>Polygonum aviculare</i>	80	86	100	86
<i>Matricaria chamomila</i>	98	100	100	100

Tabla 3. Eficacia obtenida sobre distintas malas hierbas tras la aplicación de pendimetalina en combinación con isoproturon en cereales. Las cifras expresan el porcentaje medio de control frente al testigo observado en 9 ensayos (1989). PE = aplicación en preemergencia, PO = aplicación en postemergencia.

## EL GRUPO HERBICIDA DE LOS HIDROXIBENZONITRILOS

E. PUIG-MIRALLES, J. PÉREZ-CATALÁN  
DEPARTAMENTO TÉCNICO ETISA  
Avda. Meridiana 133 2º 08026 Barcelona

Resumen: Se informa sobre las características fundamentales que determinan el grupo herbicida de los hidroxibenzonitrilos (HSBN'S, oxinilos). Principalmente, se analizan los modos de acción que determinan la práctica inexistencia de poblaciones resistentes a los oxinilos, así como las diferencias de comportamiento agronómico entre las materias activas del grupo (Bromoxinil e Ioxinil). Finalmente, se analiza la amplia gama de posibles asociaciones entre los oxinilos con otras materias activas así como la perspectiva futura de este grupo de herbicidas.

### INTRODUCCIÓN

Los hidroxibenzonitrilos (HBN'S) también conocidos como Oxinilos fueron sintetizados por primera vez en 1896 y no fue hasta 1960 cuando se identificó su uso como herbicida. Los ensayos de campo con este grupo de herbicidas se iniciaron en 1962 con tres materias activas, BROMOXINIL, IOXINIL y CLOROXINIL, pero esta última fue descartada rápidamente por su baja eficacia. Por tanto, el grupo herbicida de los hidroxibenzonitrilos lo componen las materias activas: **BROMOXINIL, IOXINIL.**

El uso intensivo de los fenoxiácidos en cereales (principalmente 2,4-D y MCPA) produjo una inversión importante de flora. La mezcla de los fenoxiácidos con los HBN'S permitió solucionar este problema, pues con los oxinilos se consiguió controlar esta flora resistente a los fenoxiácidos. La selectividad sobre los cereales, así como la flexibilidad en cuanto al momento de aplicación han sido factores importantes en el éxito de los herbicidas formulados a partir de HBN'S.

Pero no sólo se han desarrollado los oxinilos en cereales, sino que también se encontraron aplicaciones como herbicidas en cultivos como maíz, sorgo, cebolla, ajo, a base de dichos ingredientes activos.

El éxito de los herbicidas formulados a base de oxinilos viene reflejado en la actualidad por la superficie estimada tratada a nivel mundial que se acerca a los 18 millones de hectáreas.

### MODO DE ACCIÓN

BROMOXINIL e IOXINIL son herbicidas selectivos dotados de una acción de contacto para el control de malas hierbas dicotiledóneas en estadios precoces. Ambos herbicidas son absorbidos a través de las hojas, donde inhiben la fotosíntesis y alteran la respiración celular, siendo su translocación muy limitada. La rapidez en la acción herbicida de los oxinilos es la causa de esta limitada translocación.

Los oxinilos tienen dos modos de acción diferentes:

### **1.- INHIBICIÓN DE LA FOTOSÍNTESIS EN EL FOTOSISTEMA II.**

### **2.- ALTERACIÓN DE LA RESPIRACIÓN CELULAR.**

#### **1.- Inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II:**

Los HBN'S actúan como inhibidores del transporte de electrones en el fotosistema II. De esta forma se reduce indirectamente el nivel disponible de NADPH y ATP.

#### **2.- Alteración de la fosforilación oxidativa de la respiración celular:**

El proceso de la fosforilación oxidativa tiene lugar en la membrana interna de las mitocondrias y tiene como objetivo la formación de adenosin trifosfato (ATP), conocida fuente de energía utilizada en muchos procesos esenciales de la vida vegetal.

Para que el proceso tenga lugar en la membrana interna mitocondrial, ésta debe encontrarse intacta en forma de vesícula continua cerrada. El proceso de la fosforilación oxidativa se basa en el flujo de protones ( $H^+$ ) que se establece a través de la membrana para la síntesis de ATP. Así, los  $H^+$  son bombeados hacia el exterior de la membrana interna mitocondrial posibilitando una serie de reacciones encaminadas a la formación de moléculas de agua. Posteriormente, siguiendo un gradiente de concentración, los protones son introducidos de nuevo hacia el interior y se combinan con una molécula de ADP y otra molécula de fósforo inorgánico formando ATP y  $H_2O$ .

Los HBN'S tienen la capacidad de transportar protones a través de las membranas celulares porque provocan una permeabilización de la misma y acidifican el medio intracelular. En las membranas celulares existen un conjunto de proteínas cuya función principal es regular el pH celular controlando la concentración de protones dentro y fuera de la célula. Este control de pH lo consiguen a partir de la utilización de moléculas de ATP. Las proteínas de membrana en este caso, consumen gran cantidad de ATP intentando bombear hacia el exterior de dichas estructuras este exceso de protones introducidos por los oxinilos en la célula.

La permeabilización a los protones de la membrana mitocondrial producida por los HBN'S provoca el bloqueo de la síntesis de ATP por la acidificación del medio interno mitocondrial.

Por tanto, los HBN'S provocan simultáneamente:

- 1.- Sobreconsumo de ATP para conseguir bombear protones hacia el exterior de la mitocondria.
- 2.- Bloqueo en la síntesis de ATP por acidificación del medio interno mitocondrial.

Paralelamente, la acidificación del citoplasma celular así como de todas las estructuras intracelulares provoca la muerte de la célula.

La simultaneidad de estos dos mecanismos de acción explican la rápida muerte celular y la relativa falta de translocación de este tipo de herbicidas. La muerte de la célula impide el paso de los oxinilos por vías de comunicación intracelular (vía plasmodesmos, o a través de la pared celular) con lo que no se consigue el paso a tejidos adyacentes a la zona tratada. Este hecho provoca que los lugares de la planta que no reciben herbicida pueden sobrevivir al tratamiento y causar rebrotes. Por este motivo fundamentalmente, es muy importante que en aplicaciones de campo se realice una pulverización muy homogénea y con volumen suficiente para lograr cubrir toda la arquitectura de las adventicias presentes en el campo.

La existencia de diversos mecanismos de acción en un herbicida es un factor fundamental en la dificultad de aparición de poblaciones resistentes al mismo. Cabe resaltar que los oxinilos disponen de estos dos mecanismos de acción anteriormente comentados y que tras 30 años de aplicación de los HBN'S,

unicamente se tiene conocimiento de una población de *Senecio vulgaris*, encontrada en un campo de menta de E.E.U.U, resistente a Bromoxinil. (Ian Heap, 1995).

## **EFICACIA Y SELECTIVIDAD DE LOS OXINILOS. FACTORES DE INTERACCIÓN**

Hay una serie de factores que pueden alterar la eficacia y selectividad de los oxinilos. Estos factores son el volumen de aplicación, las condiciones ambientales y el momento de aplicación.

### **1.- Volumen de aplicación:**

La movilidad de los HBN'S, como se ha comentado anteriormente, es limitada. Se hace necesario pues, una pulverización muy uniforme de las adventicias para poder llevar herbicida a la mayor parte de la arquitectura de la arvense y de este modo evitar rebrotes a partir de zonas de la adventicia no tratadas. La pulverización uniforme la conseguiremos a partir de volúmenes de aplicación importantes. La recomendación standard en aplicaciones terrestres es de 100-400 l/ha.

Por otro lado, se ha comprobado que el volumen de aplicación tiene influencia en la selectividad de los HBN'S sobre el cultivo. En el caso del cultivo de cebolla, Ioxinil muestra una gran selectividad a elevados volúmenes de aplicación (400-500 l/ha) mientras que a bajos volúmenes (100 l/ha) puede causar fitotoxicidad.

### **2.- Condiciones ambientales:**

Las condiciones climáticas influyen en la retención y absorción de los HBN'S por la hoja. Así, la actividad de los HBN'S en general, es más rápida en condiciones de baja intensidad lumínica, alta temperatura y elevada humedad relativa.

Las plantas que manifiestan crecimiento activo en el momento de aplicación, se muestran más sensibles a los HBN'S que aquellas que sufren en el momento de tratamiento sequía o frío. La sequía provoca la formación de cera epicuticular para prevenir la evaporación y hace a las malas hierbas más resistentes.

La selectividad sobre ciertos cultivos también se ve afectada por la temperatura tanto en el momento como tras la aplicación de HBN'S. En el cultivo de lino, temperaturas de 30°C en el momento de aplicación de Bromoxinil puede provocar fitotoxicidad. En el cultivo de maíz, variaciones térmicas importantes entre el día y la noche antes y después del tratamiento con Bromoxinil, pueden provocar fitotoxicidad.

La humedad ambiental también produce cambios en la selectividad. En el cultivo de cebolla, en condiciones de elevada humedad ambiental, el cultivo se muestra relativamente sensible a HBN'S, mientras que en condiciones de baja humedad relativa ambiental, los HBN'S no son absorbidos por los tejidos de la cebolla y no se produce fitotoxicidad.

### **3.- Momento de aplicación:**

La mayoría de las adventicias dicotiledóneas sensibles a los HBN'S son bien controladas desde el estado de plántula hasta 4 hojas verdaderas, aunque hay especies que hasta 8 hojas muestran sensibilidad a estos herbicidas. Las primeras hojas verdaderas de las plántulas dicotiledóneas, generalmente no tienen cera epicuticular y por tanto son más receptivas al herbicida y consecuentemente, más sensibles.

En general, se suelen recomendar tratamientos precoces para obtener un mejor control de las adventicias, pero determinando cultivos requieren un cierto estado de desarrollo para que los HBN'S puedan aplicarse y les resulten selectivos.

En cuanto a los cultivos, el momento de aplicación de los oxinilos tiene la particularidad de que es bastante amplio con las ventajas que ello implica.

Cereales: Desde 2 hojas verdaderas hasta 2 nudos.

Maíz: Desde 2 hojas verdaderas hasta 8 hojas.

Normalmente son recomendables aplicaciones en estadios precoces para poder eliminar la competencia entre el cultivo y la mala hierba en fases iniciales de crecimiento del cultivo y evitar que el rendimiento se vea afectado así como para evitar posibles detoxificaciones del herbicida que puedan producir las arvenses en estados de desarrollo mayores.

## **DIFERENCIAS DE COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO ENTRE EL BROMOXINIL E IOXINIL**

Existen evidencias que informan sobre el diferente comportamiento del Ioxinil y el Bromoxinil en función de diversos aspectos agronómicos.

### 1.- Cultivos:

En Europa y Japón, el Ioxinil es el herbicida utilizado esencialmente en cereales de invierno y arroz debido a que controla el espectro de arvenses presentes en estos cultivos y es más selectivo que el Bromoxinil en cultivos como el ajo y la cebolla. La mezcla de Ioxinil con 2,4-D es una práctica habitual para el control de *Cyperus* spp. en el cultivo de caña de azúcar. En cultivos como el maíz, Ioxinil muestra falta de eficacia.

En todo el mundo, Bromoxinil es utilizado para el control de arvenses en cereales de invierno. Bromoxinil es selectivo en cultivos como maíz, sorgo, alfalfa y lino. En Europa, la mezcla de Ioxinil y Bromoxinil ha dado muy buenos resultados en el control de arvenses en cultivos de cereal.

### 2.- Arvenses:

El motivo por el que Ioxinil se encuentra en la mayoría de formulados herbicidas para cereales en Europa es que controla mejor que Bromoxinil toda una serie de arvenses problemáticas en los campos europeos de cereal tales como *Stellaria media*, *Veronica* spp, *Lamium purpureum* y *Galeopsis tetrahit*.

Bromoxinil muestra una mayor eficacia que Ioxinil en el control de *Polygonum* spp., *Chrysanthemum segetum* y *Anthemis* spp, *Matricaria* spp. y *Silene* spp..

## **ASOCIACIONES HERBICIDAS DE LOS OXINILOS**

Los oxinilos se pueden combinar con una amplia gama de herbicidas para incrementar el espectro de control de arvenses, sobre todo de las gramíneas anuales (*Avena* spp., *Alopecurus myosuroides*) que se han convertido en un grave problema en los campos de cereales.

El listado siguiente contiene las materias activas con las que se combinan normalmente en tank-mix los oxinilos:

- \* Dicamba.
- \* Picloram.
- \* Clorsulfuron.
- \* Linuron.
- \* Diuron.
- \* Isoproturon.
- \* Bentazona.
- \* Bifenox.
- \* Diflufenicanil.
- \* Atrazina
- \* Terbutilazina.
- \* Fluroxipir.
- \* Prosulfocarb.
- \* Piridato.
- \* Prosulfuron.
- \* Clopyralid.
- \* Fenoxaprop.
- \* Clodinafoppropargil.
- \* Nicosulfuron.

## EL FUTURO DE LOS OXINILOS

Actualmente, el Bromoxinil está en proceso de registro en la Directiva 91/414 de la UE y se están investigando nuevas utilidades del mismo. Por ejemplo, se evalúa la utilización del Bromoxinil en cultivos transgénicos de algodón ya que se considera al Bromoxinil como una materia activa lo suficientemente ecológica como para justificar el coste de la investigación en la obtención de variedades transgénicas relacionadas con el Bromoxinil.

## CONCLUSIONES

El grupo herbicida de los hidroxibenzonitrilos se caracteriza por:

- \* **Rápida actividad herbicida.**
- \* **Permiten gran flexibilidad rotacional por la inexistencia de residuos en suelo.**
- \* **Excelente selectividad sobre los cultivos.**
- \* **Amplia época de aplicación.**
- \* **Control de la mayoría de adventicias dicotiledóneas comunes en nuestros campos.**
- \* **Gran compatibilidad con otros grupos herbicidas en Tank-mix.**
- \* **Inexistencia, tras 30 años de aplicación, de poblaciones resistentes de adventicias dicotiledóneas.**

## BIBLIOGRAFÍA

ETISA: Herbicidas en cereales. Comunicación interna.  
HEAP, I. Referencia en [www\weedscience.com](http://www.weedscience.com)

## **SITUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA DISTRIBUCIÓN**

L. BAÑARES, C. COSTA, F. VILCHES, C. PEÑA, J.I. GOMEZ, M. TORRECILLAS  
FEDISPROVE. Apdo. de correos núm. 72 - 03300 Orihuela (Alicante)

La presentación de esta ponencia por parte de FEDISPROVE no tiene el ánimo de exponer unos problemas de resistencias propiamente dichas, que para nosotros son muy difíciles de diagnosticar, sino para exponer unos problemas de control de malas hierbas en los cultivos más representativos para tratar de marcar un camino en el que creemos deberían dirigirse las investigaciones de control de malas hierbas.

En muchas ocasiones se trata de problemas todavía no resueltos por la lucha química y en otras seguramente se trata de auténticas resistencias a los herbicidas habitualmente utilizados, pero, volvemos a insistir, no nos creemos autorizados para afirmarlo salvo en los casos ya descritos de resistencias por los investigadores.

Otro problema con el que nos encontramos, y cada vez más generalizado, es el cambio que se está produciendo en la flora adventicia dominante en los distintos cultivos, debido a varios factores, pero principalmente a un monocultivo lo que conlleva una repetición de los mismos herbicidas, lo que elimina gran parte de una determinada flora y favorece la proliferación de otra no controlada por los herbicidas habituales.

Con esta ponencia pretendemos que se genere una información útil, tanto para el distribuidor, como para el agricultor, por lo que aprovechamos para pedir una mayor investigación e información de los resultados de las mismas: la aparición de una nueva resistencia debería ser conocida de inmediato por los distribuidores, así como las posibles soluciones o alternativas; también es necesario que todos los servicios oficiales reciban esta información, para que las recomendaciones que hacen a los agricultores se ajusten a la realidad.

Esto conlleva un grave perjuicio para el sector agrícola, tanto para el agricultor como para el distribuidor y Técnicos de la Administración, que ven afectada su credibilidad, ya que los agricultores confían en las recomendaciones dadas por los técnicos de la distribución y de la Administración.

Por último aprovechamos la ocasión para, en nombre de todos los compañeros Distribuidores de Fitosanitarios, ofrecer nuestra total colaboración para la prevención y el control de resistencias, para conseguir mejorar la comprensión de la resistencia a los herbicidas, y a la divulgación de las estrategias de lucha a seguir para paliar al máximo este fenómeno.

### **TRIGO - CEBADA**

Se han descrito algunos casos de resistencia a Diclofop-metil en tratamientos de cereal de invierno estudiados y diagnosticados por la Escuela de Ingeniería Agrícola de Huesca.

También se han podido observar casos de resistencia a Sulfonilureas de *Papaver sp.* A semejanza de las encontradas en Navarra y Cataluña.

Pero los nuevos problemas que se están encontrando, y para los que no tenemos soluciones eficaces hasta el día de hoy son, por una parte y debido a la generalizada reducción de labores, la proliferación de *Bromus sp.* en la mayoría de los secanos, sobre todo en los que se realiza la resiembra sistemática de cereal. Otra nueva mala hierba problemática es la *Vulpia Unilateralis*, más frecuentemente en los secanos húmedos. A estas gramíneas hay que añadir otras dicotiledóneas que poco a poco van haciéndose más abundantes, como son la *Scandix Pecten Veneris* e *Hipecoum Procumbens*.

## GIRASOL

El cultivo del girasol es uno de los menos tolerantes a los herbicidas existentes en el mercado y, seguramente por ello, es uno de los que más problemas tienen por resolver.

En estos momentos en Aragón se considera que hay un conjunto de malas hierbas dicotiledóneas que causan serios problemas. Entre ellas cabe destacar: *Xanthium Strumarium*, *Kochia*, *Salsola kali*, *Amarantus sp.* Y algunas *Chenopodiáceas*.

## ARROZ

El cultivo de arroz es uno de los más importantes en ciertas regiones ( Huesca, Valencia), y sin duda se trata del cultivo que más malas hierbas genera y por lo tanto el que más problemas de control suscita.

En el arroz se han descrito algunas resistencias, y una de las más importantes es la resistencia de la *Alisma plantago* y *Lanceolatus* a las Sulfonilureas, hecho que está provocando una verdadera invasión de esta hierba en los arrozales. Al mismo tiempo, la *Cyperus diformis* también parece que está manifestando cierta resistencia a esta familia de herbicidas.

En Huesca fue el primer lugar de España donde se detectó la presencia de *Heteranthera ramiformis*; también se han detectado las otras variedades de esta hierba, como son la *limosa* y la *rotundifolia*. Pero es espectacular la gran proliferación que ha tenido *Heteranthera ramiformis* ya que está presente en la mayoría de los arrozales, y que presenta en muchos casos dificultades de control.

Paralelamente a la aparición de las hierbas anteriormente citadas, un nuevo problema, surgido hace pocos años, es la invasión de lo que se conoce como “arroz borde” o “arroz salvaje”. Para paliar este problema se emplea con buenos resultados en algunas zonas el sistema de falsa siembra; sin embargo en la zona de Aragón no da buenos resultados debido a la limitada integral térmica de la zona.

## MAIZ

El cultivo de maíz de regadío es sin duda el cultivo de regadío por excelencia del valle del Ebro. A pesar de que es un cultivo bastante tolerante a los herbicidas, seguramente debido a la larga tradición de aplicación de los mismos ha generado algunas de las resistencias más conocidas como la de ciertas hierbas a las atrazinas.

Hay que citar necesariamente los problemas de control de *Amarantus blitoides* y *retroflexus*, *Chenopodium solanum*, así como las malas hierbas de más reciente aparición como *Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrastis* y *Datura stramonium*.

## CÍTRICOS

Es uno de los cultivos más importantes del Levante español, principalmente en las comunidades de Murcia y Valencia. En producciones en riego por goteo, la emergencia de la flora arvense, se limita a las zonas fertirrigadas, con lo que se limita también el número de aplicaciones herbicidas, y, como consecuencia se observa una proliferación de hierbas adaptadas al no laboreo y climas áridos.

El herbicida tradicional empleado en cítricos desde hace muchos años es el glifosato. Varios fueron los factores que lo consolidaron como la materia activa más utilizada (aplicación en U.L.V., mayor efectividad con respecto a los habituales de contacto de la época, ...). No obstante y debido a su utilización masiva empiezan a aparecer problemas de “no control” en ciertas especies, lo que supone la

aparición en el mercado de nuevos herbicidas mezcla de glifosato con otras materias activas para paliar en lo posible dicho problema.

Se debe recurrir a una mezcla para obtener mejor control sobre la flora arvense cuando nos encontramos con *Malva*, *Galium*, *Parietaria*, *Convolvus*, *Sonchus*, *Xantium*, *Equisetum*, *Setaria*, *Matricaria*, *Vicia*, *Portulaca*,

También se da el caso de la aparición de especies no conocidas hasta ahora y que constituyen o llevan camino de ser un verdadero problema, es el caso de *Euphorbia spp.* y sobre la cual no existe un buen control con las alternativas actuales a no ser que se recurra a determinadas mezclas.

## HORTÍCOLAS

Quizás sea este el cultivo donde mejor se aprecia el cambio en la flora arvense dominante, ya que en las zonas de hortalizas está muy acentuado el fenómeno de monocultivo, y se presta a la repetición de al menos tres cultivos al año.

Debido a la aplicación repetida del mismo herbicida una y otra vez, ya que no existe una gama de herbicidas para elegir en los distintos cultivos hortícolas, podemos destacar el problema de control de malas hierbas en lechuga, especialmente por la proliferación que se está produciendo de *Senecio vulgaris*, difícilmente controlable con las alternativas actuales. Si el otoño es lluvioso, el posible debilitamiento de la cutícula y la falta de luminosidad suele reducir su tolerancia p.e. brócoli frente a alacloro o piridato, lechuga frente a clortal o propizamida.

## VIÑA

El cultivo de la viña es uno de los más importantes en ciertas regiones. El problema de malas hierbas se da principalmente en la línea de cultivo, ya que generalmente las calles se cultivan mediante labores mecánicas.

Últimamente se están observando en La Rioja un conjunto de malas hierbas que comienzan a causar problemas con los productos de pre-emergencia habitualmente utilizados (Simazina, Terbutilazina, Terbumetona), entre las que cabe destacar *Erigeron canadiensis L.*, y *Equisetum arvense L.*

## **4 AÑOS DE RESULTADOS CON VARIEDADES Roundup Ready\***

J. COSTA, J. FERNÁNDEZ, L. MEDINA, J. SOTO, A. VALERA  
Monsanto España, S.A., Avda. de Burgos 17, 2ª  
28036 Madrid

Resumen: Se describen los resultados más relevantes durante los ensayos realizados en España con variedades genéticamente modificadas de algodón, maíz, soja y remolacha para tolerar aplicaciones en postemergencia de glifosato y las consecuencias de su empleo comercial desde 1996 en soja y otros cultivos de EEUU, Canadá y Argentina. Si bien el uso de estas variedades puede requerir recomendaciones específicas para controlar las germinaciones espontáneas del propio cultivo, el empleo de variedades Roundup Ready ha sido muy bien aceptado por los agricultores y, como se esperaba, no se han observado efectos adversos sobre la salud humana o el medio ambiente.

Palabras clave: algodón, glifosato, maíz, medio ambiente, remolacha, soja, transgénicos.

### **INTRODUCCIÓN**

La liberación voluntaria y comercialización de variedades de plantas modificadas genéticamente fue regulada por la Directiva CEE 90/220, traspuesta en España con la Ley 15/1994 y el Real Decreto 951/1997. Estas disposiciones contienen los requisitos exigidos a las variedades genéticamente modificadas antes de su liberación voluntaria (ensayo de campo), y su evaluación es realizada, caso por caso, por la Comisión Nacional de Bioseguridad en el caso de España. Además del informe favorable de esta Comisión, en la actualidad es necesaria la autorización expresa de la Comunidad Autónoma donde se va a realizar el ensayo. Así ha ocurrido en las Comunidades de Aragón, Castilla y León, Catalunya, Extremadura, La Rioja y Navarra, que han asumido sus competencias.

Para la eventual comercialización, la posición nacional debe ser refrendada por un Organismo Colegiado, y la decisión se adopta por la Comisión Europea de acuerdo con

---

\*Roundup Ready es una marca registrada de Monsanto.

las opiniones de los países miembros y de posibles informes por Comités Científicos de la propia Comisión.

La encuesta de opinión publicada por el anterior M.O.P.T. (MORENO Y OTROS, 1992) reflejaba que el 70 % de los españoles encuestados aceptaba la modificación genética de plantas para hacerlas resistentes a herbicidas, proporción casi idéntica a las aplicaciones terapéuticas de la biotecnología. Hoy en día, la opinión probablemente ha cambiado, más por la distorsión provocada por determinados medios de comunicación que por efectos adversos encontrados con las nuevas variedades. Las dificultades en plasmar como autorizaciones comerciales las solicitudes técnicamente correctas y las comisiones especiales o de consenso a las que se ha sometido la aplicación de la biotecnología a la agricultura en diferentes países parecen a veces tener el objetivo de juzgar una tecnología que puede enorgullecerse de no haber causado ningún problema a la salud humana o al medio ambiente.

El objetivo de esta comunicación es revisar los datos sobre ensayos realizados en España con variedades de cultivos Roundup Ready y la evolución de su empleo comercial en aquellos países donde han sido autorizadas comercialmente.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para justificar la autorización del nuevo uso de una formulación de glifosato con baja peligrosidad, se han establecido en España y otros países del Sur de Europa los correspondientes ensayos de residuos, selectividad y eficacia sobre variedades Roundup Ready (RR) de algodón, maíz, remolacha y soja. Los ensayos se han establecido de acuerdo con los permisos otorgados por el Ministerio de Medio Ambiente hasta 1998 y de las Comunidades Autónomas competentes a partir de 1999. Los informes completos de los ensayos terminados han sido comunicados al Ministerio de Medio Ambiente y a la Subdirección General de Sanidad Vegetal en apoyo de las nuevas autorizaciones solicitadas. Los ensayos en Castilla y León con remolacha Roundup Ready fueron mostrados en 1998 a 92 agricultores y técnicos interesados, y al final de las visitas rellenaron una encuesta para recoger sus impresiones sobre la utilidad de las nuevas variedades.

El seguimiento de los resultados comerciales de las variedades Roundup Ready en aquellos países donde han sido autorizadas, se ha seguido gracias a la información suministrada por las empresas de semillas con acceso a esta tecnología (más de 100 en 1998), los programas de seguimiento internos de Monsanto, las encuestas entre los usuarios realizadas en cada cultivo al final de cada campaña, y las publicaciones que se han venido difundiendo sobre esta tecnología (MONSANTO, 1998).

## RESULTADOS

Los resultados observados en los ensayos realizados en España son totalmente consistentes con los observados en aplicaciones experimentales y comerciales en otros países. De forma general y resumida, se ha observado:

- una excelente selectividad a dosis doble de las recomendadas en aplicaciones sobre algodón RR hasta el estado de 4 hojas verdaderas, en maíz RR hasta las 10 hojas, en soja RR hasta prefloración y en remolacha RR hasta la cobertura del terreno.
- flexibilidad de empleo, por disponer de amplios márgenes de tiempo para una aplicación en las mejores condiciones (ausencia de lluvias, viento, etc.)
- facilidad para adoptar siembra directa y otras alternativas de agricultura de conservación, haciendo compatible la conservación del suelo y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> con un ahorro de tiempo importante para obtener una segunda cosecha.
- excelente eficacia, con una formulación de baja peligrosidad y dosis inferiores a las necesarias en ausencia del efecto competitivo del propio cultivo.
- amplio espectro de control, que incluye hierbas difíciles como *Abutilon*, *Setaria* y *Solanum* en algodón, *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Cyperus* y *Datura* en maíz, *Beta spp.*, *Cuscuta*, *Polygonum aviculare* y *Salsola* en remolacha.

Para conseguir estos beneficios en las variedades Roundup Ready, se recomiendan usar equipos de aplicación a baja presión (menos de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, a ser posible con boquillas antideriva) para evitar daños a cultivos vecinos no modificados genéticamente, así como incluir otras materias activas diferentes a glifosato si las plantas espontáneas o ricios del cultivo van a ser controladas con herbicidas.

Respecto a los 92 agricultores y técnicos que visitaron en 1998 los ensayos de remolacha, 83 estarían dispuestos a sembrarla, 10 fueron indiferentes y 0 declararon no estar dispuestos a sembrarla.

En cuanto al empleo comercial en diferentes países del mundo, la satisfacción de los agricultores se refleja en una creciente utilización de las variedades Roundup Ready, con nuestra mejor estimación en la figura 1.

(1) **Superficie sembrada con variedades Roundup Ready (Argentina, Brasil, Bulgaria, Canada, Rumania, USA)**

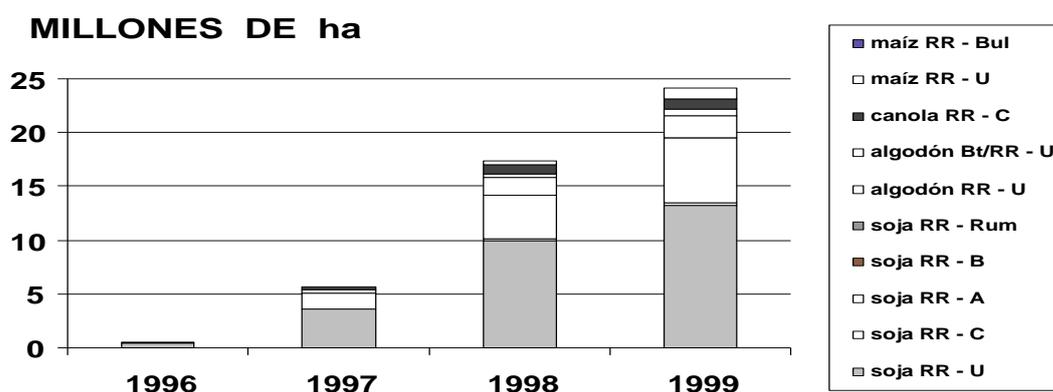
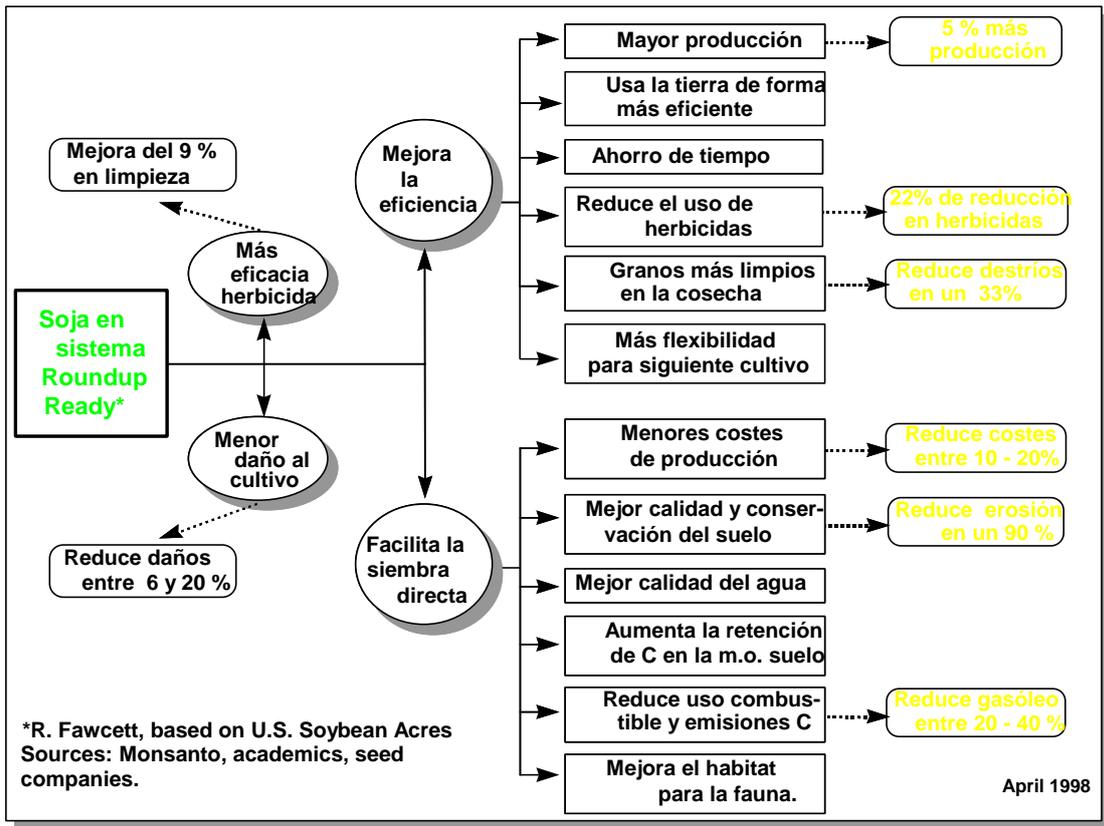


Figura 1. Superficie sembrada

## DISCUSIÓN

Los beneficios que ofrecen las variedades Roundup Ready han sido aceptados por los agricultores en los países donde han sido autorizadas, como lo prueba su uso creciente a pesar de ser más caras que las convencionales. Como en cualquier sector competitivo, los beneficios económicos obtenidos por los agricultores acabarán siendo compartidos con la industria de fabricación de alimentos y con los propios consumidores.

Como las nuevas variedades permiten aplicar un solo herbicida en lugar de los herbicidas selectivos anteriormente autorizados, se han constatado beneficios adicionales para el medio ambiente, resumidos en el siguiente esquema tomado de FAWCETT (1998).



Aunque se ha esgrimido que las variedades genéticamente mejoradas podrían comprometer la biodiversidad, este riesgo no es achacable a las nuevas técnicas de mejora, como lo prueba el que se disponga sólo en EEUU de más de 1.000 variedades de soja Roundup Ready entre las que puede elegir el agricultor.

No se ha observado ningún efecto adverso sobre personas o medio ambiente que pueda ser achacable a la nueva técnica de mejora vegetal. Tampoco se ha constatado hasta la fecha, ningún caso de aparición de “superhierbas” en las nuevas variedades, que podrían ser fácilmente controladas con las recomendaciones del CPRH (TABERNER, 1998).

## CONCLUSIONES

La aplicación de la biotecnología a la moderna mejora de plantas no es intrínsecamente buena ni mala, pero su aplicación controlada en diversos países ha producido incuestionables beneficios para los agricultores y el medio ambiente. En España, los múltiples controles administrativos (para el gen, alimento, variedad y herbicida respectivamente) previos a su autorización y las recomendaciones de empleo acompañadas de programas obligatorios de seguimiento a cargo de las empresas hacen esperar que tampoco se presenten problemas en nuestro país y que los agricultores pronto puedan optar a nuevas variedades para una agricultura cada vez más sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

- COSTA, J; FERNÁNDEZ, J; SÁIZ, T., 1997. Resultados de la expresión del gen *cp4 EPSPS* en nuevas variedades de cultivos Roundup Ready. Actas Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología, Valencia: 401-406.
- MONSANTO, 1998. Realizaciones. Biotecnología vegetal 1997. Monsanto España, S.A., Avda de Burgos, 17, 2ª, 28036 Madrid, 14 p.
- MORENO, L; LEMKOW, L.; LUZÓN, A, 1992. Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes públicas. Monografías de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, 185 p.
- TABERNER, A., 1998. Guía para el manejo de la resistencia a herbicidas. Comité de Prevención de Resistencias a Herbicidas. Servei de Protecció del Vegetals, Alcalde Rovira Roure, 177. 25198 Lleida, 12 p.

Summary: 4 years of results with Roundup Ready varieties. The most relevant results from 4 years of trials in Spain with genetically modified varieties of cotton, maize, soybeans and sugarbeets are described, as well as the consequences of their commercial use in soybean and other crops in USA, Canada and Argentina since 1996. Although the cultivation of these varieties may require specific recommendations to control volunteer plants, the use of Roundup Ready varieties has been very well accepted by farmers and, as expected, no adverse effects on human health or the environment have been observed.

Key words: cotton, environment, glyphosate, maize, soybeans, sugarbeets, transgenics.

**CONTROL QUÍMICO DE DOS BIOTIPOS DE *Aster squamatus* TOLERANTES  
A INHIBIDORES DE LA ALS**

J. GONZALEZ-GUTIERREZ, M.D. OSUNA y R. DE PRADO  
Departamento de Química Agrícola y Edafología. E.T.S.I.A.M. Universidad de  
Córdoba.  
Apdo.3048. 14080-Córdoba

Resumen: En el presente trabajo se estudia la efectividad de herbicidas inhibidores de la ALS y de otras familias químicas sobre dos biotipos de *Aster squamatus*. Los biotipos procedían de un campo tratado continuamente con imazapir (T) y de una zona marginal nunca tratada con herbicida (NT). Se encontraron diferencias de efectividad en varios herbicidas inhibidores de la ALS, aunque el biotipo (NT) también mostró tolerancia a estos herbicidas. Los factores de resistencia no fueron excesivamente altos, el tratamiento con imazetapir tuvo el factor de resistencia más alto (2.89). No hubo diferencias con los herbicidas de las demás familias químicas, exceptuando triclopir y fluroxipir. Glifosato, glufosinato y 2,4-D ejercieron un buen control sobre *Aster squamatus*.

Palabras clave: ALS, *Aster squamatus*, biotipo, 2,4-D, factor de resistencia e imazapir.

## INTRODUCCIÓN

Los inhibidores de la acetolactato sintasa (ALS) son una de las clases más importantes de herbicidas usadas para el control de malas hierbas en una gran variedad de cultivos. Existen cuatro clases con diferente estructura química que actúan inhibiendo la síntesis de aminoácidos ramificados (isoleucina, leucina y valina): Sulfonilureas (SU), imidazolinonas (IM), triazolopirimidinas (TP) y oxibenzoato de pirimidinil (POB). Aplicaciones continuadas de estos herbicidas han seleccionado más de 33 biotipos resistentes (HEAP, 1997). En España han sido detectados cuatro biotipos resistentes a inhibidores de ALS, el primero un biotipo de *Papaver rhoeas* resistente a tribenuron fue encontrado en zonas de cereal de Lleida (TABERNER *et al.*, 1996), posteriormente han sido detectados dos biotipos de *Coniza albida* y *Aster squamatus* resistentes a imazapir en áreas de no cultivo en Carmona (Sevilla) y finalmente un biotipo de *Alisma plantago-aquatica* resistente a bensulfuron ha sido detectado en campos de arroz en Don Benito (Badajoz). El objetivo de esta comunicación es estudiar el efecto de una gran gama de herbicidas sobre dos biotipos de *Aster squamatus* en invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas del biotipo no tratado (NT) de *Aster squamatus* fueron recolectadas en zonas marginales que nunca habían recibido tratamientos de herbicidas. En un terreno de no cultivo que había sido tratado con 1.500 g de imazapir durante los últimos 8 años se recogieron las semillas del biotipo tratado (T).

Las semillas de *Aster squamatus* fueron sembradas directamente en bandejas de 35 x 50 x 15 cm. Las bandejas se mantuvieron en una cámara de crecimiento con una temperatura día/noche de 25/18 °C, un fotoperiodo de 16 h de luz (350  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) y humedad relativa constante al 80%. Una vez germinadas, fueron transplantadas a macetas de 6 cm de diámetro y 7 cm de altura, y mantenidas en la cámara de crecimiento en las condiciones anteriormente descritas. El suelo utilizado fue una mezcla de arena:turba en una proporción 1:1, fertilizado previamente.

Cuando las plantas alcanzaron el estado de 4-6 hojas, se realizaron los tratamientos con una máquina de precisión en laboratorio con boquillas de abanico plano a un volumen de aplicación de 200 L ha<sup>-1</sup> y a la presión de 250 kPa. Las plantas se dejaron crecer en la cámara de crecimiento en las mismas condiciones que para la germinación y se regaron según necesidades.

Los herbicidas utilizados pertenecen a las siguientes familias químicas: sulfonilureas, imidazolinonas, auxínicos, triazoles, glicinas y ácidos fosfínicos. El efecto de los diferentes herbicidas sobre el crecimiento se determinó a los 21 días del tratamiento para los herbicidas pertenecientes a las familias de SU, IM, glicinas y ácidos fosfínicos y de 28 días para los herbicidas tipo auxínico y triazoles, pesando la parte aérea de la planta. El resultado se expresó como el porcentaje de peso fresco de la planta tratada con respecto al de la planta no tratada (control). El experimento se realizó en macetas con 4 plantas cada una y se hicieron 6 repeticiones por cada tratamiento. El experimento se repitió 2 veces. Las dosis utilizadas para todos los herbicidas, como puede observarse en la Tabla 1, fueron dosis recomendadas de campo.

## RESULTADOS

Los ensayos de crecimiento mostraron diferencias significativas en varios de los herbicidas aplicados (Tabla 1). El biotipo (T) fue más tolerante que el (NT) en los herbicidas: amidosulfuron, nicosulfuron, rimsulfuron, triasulfuron, tribenuron e imazetapir; en el resto de los herbicidas SU e IM aplicados (bensulfuron, triflurosulfuron e imazapir) no hubo diferencias entre ambos biotipos. Los ensayos realizados con inhibidores de la ALS muestran que no se produce un buen control con estos herbicidas de *Aster squamatus*. Incluso dosis 2 ó 3 veces superiores a las recomendadas no produjeron la muerte de las plantas (datos no mostrados). La diferencia en tolerancia entre los 2 biotipos tampoco fue muy notable, destacando imazetapir con un factor de resistencia de 2.89 que fue la mayor encontrada. El efecto de los herbicidas osciló entre el imazapir con un peso inferior al 18 % con respecto al control y triflurosulfuron, con plantas que no se vieron afectadas por el herbicida, incluso aumentaron el peso con respecto a las plantas no tratadas.

Los herbicidas alternativos que fueron ensayados ejercieron un perfecto control: 2,4-D, glifosato y glufosinato; el resto: clopiralida, fluroxipir, mecoprop, MCPA, quinclorac, triclopir y amitrol no produjeron un control efectivo. El biotipo (NT) fue más tolerante en la aplicación de fluroxipir y triclopir; en los demás tratamientos no hubo diferencias significativas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En estos estudios hay que resaltar que aún siendo imazapir el herbicida que seleccionó el biotipo (T), no hay diferencias con el biotipo (NT), y en cambio si las hay con otros inhibidores de la ALS, sobre todo a imazetapir, un herbicida de la misma familia química que imazapir. Los factores de resistencia encontrados son pequeños en comparación con otros biotipos de malas hierbas que han sido seleccionados por inhibidores de la ALS, por ejemplo un biotipo de *Conyza albida* resistente a imazapir fue 300 veces más resistente que un biotipo nunca tratado con herbicidas (OSUNA *et al.*, 1999).

Con estos datos hemos podido constatar que los inhibidores de ALS no son herbicidas adecuados para controlar *Aster squamatus*, pero que hay herbicidas alternativos para su control. En condiciones de campo su control puede resultar más complicado, pues aunque *Aster squamatus* es una planta anual, hemos comprobado que a veces se comporta como *vivaz*, debido a que se producen brotaciones de yemas en tallos aparentemente secos de plantas de años anteriores y estas brotaciones suelen resultar más difíciles de controlar que las plantas procedentes de semillas.

## BIBLIOGRAFÍA

- HEAP, I.M. (1997). The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. *Pesticide Science*. 51, 235-243.
- OSUNA, M.D.; GONZALEZ, J.; DE PRADO, R. (1999). Resistance to imazapyr in *Conyza albida* in Spain. Aceptado en The 1999 Brighton Conference. Brighton (U.K.), 15-18 de Noviembre de 1999.
- TABERNER, A.; MENENDEZ, J.; DE PRADO, J.L.; DE PRADO, R. (1996). Herbicide-resistant weeds in Catalonia. *Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop Protection*. 34-36.

Summary: Chemical control of two biotypes of *Aster squamatus* tolerant to herbicides inhibiting ALS. In this work the effectiveness of herbicides inhibiting ALS and other chemical families on two biotypes of *Aster squamatus* has been studied. One biotype came from a field continuously treated with imazapyr (T) and the other one came from a marginal area untreated with herbicides. Differences of effectiveness in several herbicides inhibiting ALS were found, although the NT biotype also showed tolerance to these herbicides. Resistance factors were not excessively high and the imazapyr treatment had the highest resistance factor (2.89). There were no differences in using herbicide members of the rest of the chemical families, excepting triclopir and fluroxipir. Glifosate, glufosinate and 2, 4-D had a good control on *Aster squamatus*.

Key words: ALS, *Aster squamatus*, biotype, 2,4-D, resistance factor and imazapyr.

Herbicidas	Dosis (g m.a. ha <sup>-1</sup> )	% de peso fresco respecto al control		Factor de resistencia *
		NT	T	
<i>Sulfonilureas</i>				
Amidosulfuron	30	53.1 a	80.3 b	1.51
Bensulfuron	60	79.7 a	82.2 a	1.03
Nicosulfuron	40	77.7 a	116.8 b	1.50
Rimsulfuron	25	52.9 a	112.0 b	1.78
Triasulfuron	6	45.8 a	76.6 b	1.67
Tribenuron	18.75	71.7 a	119.9 b	1.67
Triflusulfuron	10	141.6 a	126.0 a	0.89
<i>Imidazolinonas</i>				
Imazapir	1500	11.9 a	17.8 a	1.49
Imazetapir	100	27.74 a	80.24 b	2.89
<i>Auxínicos</i>				
Clopiralida	127.5	41.7 a	48.6 a	1.16
2,4-D	1200	0	0	-
Fluroxipir	400	62.1 a	41.3 b	0.66
Mecoprop	1800	31.1 a	20.7 a	0.66
MCPA	1200	25.6 a	23.8 a	0.93
Quinclorac	1000	27.7 a	34 a	1.23
Triclopir	1920	30.6 a	12.7 b	0.42
<i>Triazoles</i>				
Amitrol	1440	28.9 a	32.2 a	1.11
<i>Acidos fosfínicos</i>				
Glufosinato	1500	0	0	-
<i>Glicinas</i>				
Glifosato	600	0	0	-

Tabla 1. Efecto de diferentes herbicidas sobre el crecimiento de dos biotipos de *Aster squamatus*. Las plantas fueron pesadas 21 días después del tratamiento, excepto los herbicidas auxínicos y triazoles que fueron pesados a los 28 días. Los números seguidos de igual letra en una misma fila no son significativamente diferentes según el test de mínima diferencia significativa en un 95 % de intervalo de confianza.

\* Factor de resistencia: % de peso (T)/ % de peso (NT)

## **RESISTENCIA A HERBICIDAS. DETECCIÓN EN CAMPO Y LABORATORIO**

R. DE PRADO y M.D. OSUNA

Departamento de Química Agrícola y Edafología. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.  
Apdo.3048. 14080-Córdoba

Resumen: El término de resistencia a herbicidas fue utilizado en 1968 cuando fue identificado el primer biotipo (*Senecio vulgaris*) resistente a simazina. Desde entonces más de 216 biotipos resistentes a herbicidas han sido identificados en el mundo. En el presente trabajo se presentan los pasos que deben ser dados en campo y laboratorio para la detección y caracterización de un biotipo resistente a un/os herbicida/s.

Palabras clave: Resistencia, tolerancia, herbicidas, biotipos.

### **RESISTENCIA A HERBICIDAS**

Desde la identificación del primer biotipo resistente a triazinas (*Senecio vulgaris*) en el Estado de Washington en 1968, un fuerte incremento en el número de malas hierbas resistentes a herbicidas ha sido detectado. La última revisión realizada por el Dr. Heap (1998) y la cual puede ser encontrada en Internet ([www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)) reporta más de 216 biotipos resistentes en el mundo (Tabla 1). La mayoría de estos biotipos fueron descubiertos en Europa, y en Norte América, pero el número de casos detectados en otras regiones del mundo es sorprendentemente alto.

La resistencia a herbicida está generalmente asociada con una alta presión de selección impuesta por el uso repetido de altas dosis de herbicidas residuales en campos en monocultivo y/o en campos de mínimo laboreo. Resistencia a herbicidas también ha aparecido cuando la presión de selección es ejercida por el repetido uso de herbicidas como paraquat con nulo efecto residual. En resumen, podríamos decir que las tres componentes que contribuyen a la presión de selección son: alta eficacia del herbicida; uso frecuente del mismo herbicida y/o herbicidas con el mismo modo de acción; y el uso de herbicidas con larga persistencia y/o actividad en el suelo. Sin embargo, sumados a estas componentes es muy importante tener en cuenta el factor mala hierba. Estudios realizados sobre malas hierbas como *Epilobium ciliatum* y *Stellaria media* resistentes a paraquat y mecoprop, respectivamente, y donde la presión de selección, dos años, no ha sido la componente determinante de la resistencia, han permitido concluir que la resistencia es debida a que estas poblaciones tienen un alto polimorfismo genético con una alta frecuencia de genes resistentes, lo que conduce a una rápida selección de individuos resistentes.

Algunos conceptos deben ser bien diferenciados para poder interpretar y/o realizar un correcto programa de control.

- **Resistencia a Herbicida:** Es la habilidad/aptitud heredable de un biotipo a sobrevivir y reproducirse después del tratamiento de un herbicida a dosis normalmente letales para la misma especie susceptible. En una planta, la resistencia puede ocurrir de una forma natural o puede ser inducida por técnicas como la ingeniería genética o selección de variantes resistentes obtenidas por cultivos de tejidos o mutagénesis.
- **Resistencia Cruzada:** Ocurre en aquellos biotipos resistentes a uno o mas herbicidas debido a la presencia de un solo mecanismo de resistencia.
- **Resistencia Múltiple:** Ocurre en aquellos biotipos resistentes a uno o mas herbicidas debido a la presencia de mas de un mecanismo de resistencia.
- **Tolerancia Natural a Herbicidas:** Es la habilidad/aptitud heredable de una especie vegetal a sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento. La tolerancia natural no implica selección o manipulación genética para obtener una variedad tolerante.
- **Tolerancia Inducida a Herbicidas:** Es la habilidad/aptitud heredable de una especie vegetal a sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento. Implica selección o manipulación genética para obtener una variedad tolerante.

## DETECCIÓN EN CAMPO Y LABORATORIO

Quizás una de las mayores dificultades que encuentra la comunidad científica con respecto a las compañías productoras de compuestos fitosanitarios sea la aceptación del numero de biotipos resistentes y/o tolerantes que han sido detectados en el mundo, así como su distribución y las técnicas usadas en su caracterización. En la Figura 1, damos a continuación el flujo de pasos que deberían ser considerados para la detección y caracterización de una mala hierba resistente.

### Detección en campo

Posiblemente, una de las primeras preguntas que debe hacerse el agricultor , técnico y/o distribuidor debería ser: *¿Dónde sospechar que existe resistencia a herbicidas?*. Las respuesta podría ser condensada en estos cinco puntos.

1. En campos donde determinadas poblaciones de malas hierbas, bien controladas en el pasado, ahora escapan al control del herbicida normalmente usado. Sin embargo, otras poblaciones de la misma mala hierba son controladas en el mismo campo con el mismo herbicida.
2. En campos donde los fallos en el control no pueden atribuirse a:
  - **Factor suelo:** Elección errónea de herbicida, dosis y momento de tratamiento; deficiente aplicación; omisión de los adyuvantes recomendados; uso de mezclas o secuencias antagónicas.
  - **Factor suelo:** Humedad y pH; presencia de alta cantidad de materia orgánica; presencia de microflora con aptitud degradativa de ese herbicida.

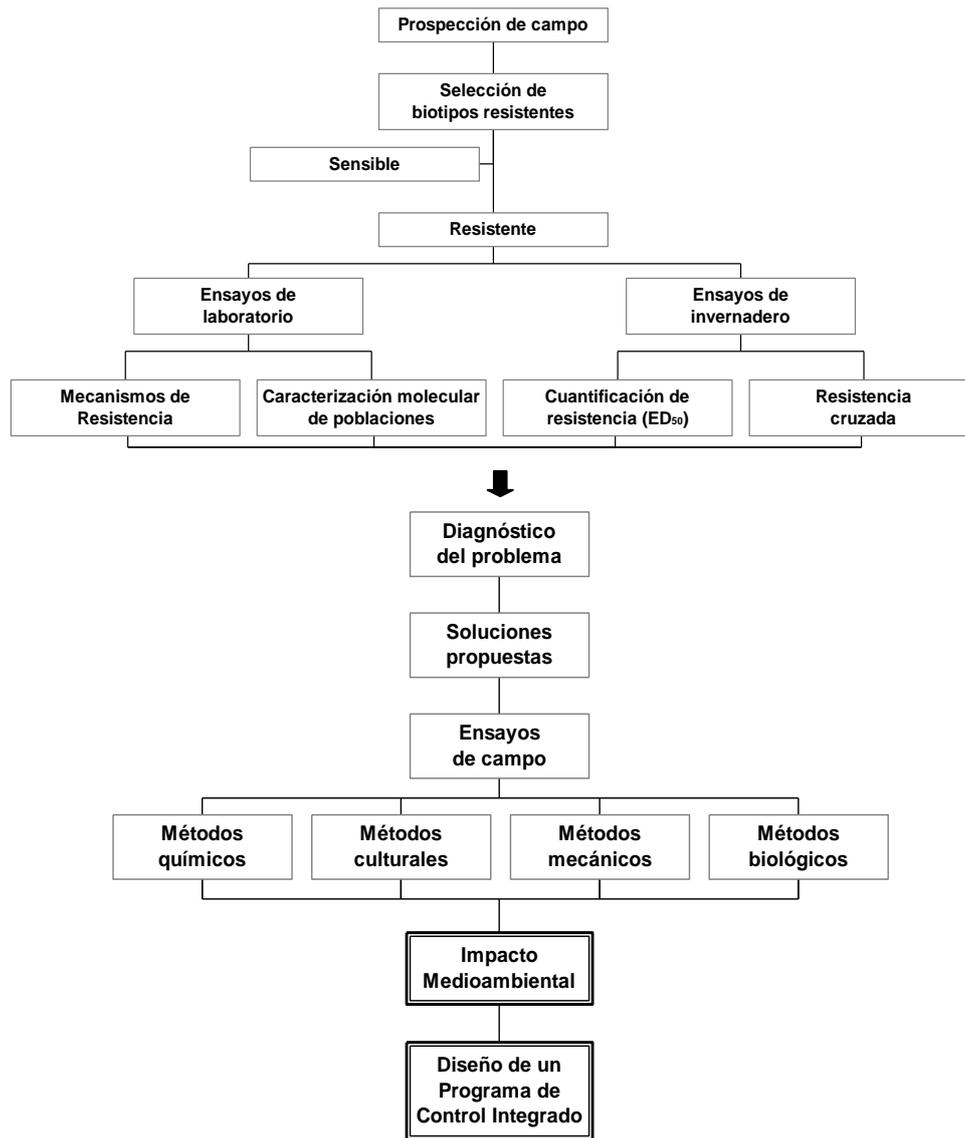


Figura 1. Flujo de objetivos aconsejables para la caracterización de biotipos resistentes a herbicidas.

3. En campos donde los fallos en el control no pueden atribuirse a las condiciones meteorológicas o a la germinación de individuos después del tratamiento (herbicidas de postemergencia).
4. En campos donde las malas hierbas que escapan al control del herbicida están distribuidas en forma de pequeñas áreas (puntos), y no en franjas o líneas que siguen la dirección del tratamiento.
5. En campos donde la resistencia aparecida puede relacionarse con un largo historial de monocultivo y/o uso continuado de un mismo herbicida (o mezcla de herbicidas) con el mismo modo de acción.

Una vez detectada la zona sospechosa de resistencia, se deben tomar muestra de plántulas (preferentemente en el caso de gramíneas) para ensayos rápidos de crecimiento o más usual recoger semillas maduras con buen estado (porcentaje) de germinación para posteriores ensayos *in vivo* e *in vitro* en laboratorio.

## Deteción en laboratorio

### 1.- Ensayos *in vivo*.

Estos estudios nos permiten conocer de una forma cualitativa y cuantitativa el nivel de resistencia de una mala hierba a un/os herbicida/s. Una de las condiciones *sine quantum* para los estudios de resistencia es la comparación paralela del biotipo resistente (R) con otro de la misma especie silvestre (S), el cual nunca ha sido tratado con herbicida. A continuación se definen algunos parámetros utilizados en la caracterización de biotipos resistentes a herbicidas.

- **Dosis letal (LD<sub>50, 75, 90</sub>):** Dosis de herbicida capaz de matar al 50, 70, 90% de los individuos de una muestra (especie) comparada con una muestra (especie) control no tratada con herbicida.
- **Dosis efectiva (ED<sub>50, 75, 90</sub>):** Dosis de herbicida capaz de reducir en un 50, 70, 90% el peso fresco (o seco) de los individuos de una muestra (especie) con respecto a la misma muestra (especie) control no tratada con herbicida.
- **Factor de resistencia (ED<sub>50R</sub>/ ED<sub>50S</sub>):** Valor del cociente entre la dosis efectiva de un biotipo resistente (ED<sub>50</sub>) y el correspondiente del biotipo sensible (ED<sub>50</sub>) de la misma especie.

### 2.- Ensayos *in vitro*.

Mientras que los primeros ensayos solo permiten conocer y cuantificar la extensión de la resistencia, los segundos ayudan a conocer cuales son las causas fisico-químicas de la resistencia.

- **Caracterización molecular:** La aplicación de las modernas técnicas de la Biología Molecular ha permitido valorar y estudiar diferentes aspectos de gran relevancia agronómica, como la capacidad de discriminar diferentes poblaciones dentro de una especie vegetal determinada, así como de identificar genes responsables de importantes caracteres, tales como aquellos implicados en la productividad, cualidades organolépticas, resistencia a factores bióticos y abióticos, etc. Dos son los principales estudios desarrollados por nuestro Grupo de Investigación (AGR-0197) para detectar biotipos resistentes y/o especies con diferentes susceptibilidad a un mismo herbicida: 1.- Identificación de diferentes especies o biotipos presentes en las poblaciones de malas hierbas; y 2.- Clonación de genes de resistencia.
- **Mecanismos de resistencia:** Existen al menos tres mecanismos generales, no necesariamente excluyentes, que podrían justificar la resistencia a herbicidas: 1.- Pérdida de la afinidad por el sitio de acción; 2.- Reducción de la concentración de herbicida en el sitio de acción; y 3.- Metabolización a especies no tóxicas.

Summary: Herbicide resistance from the field to the lab. The term herbicide resistance was used for the first time in 1968 when the first simazine resistant biotype (*Senecio vulgaris*) was identified. Since then, over 216 resistant biotypes have been identified worldwide. This work shows the steps that must be taken in the field and lab for the detection and characterization of a resistant biotype to one or several herbicides.

Key words: Resistance, tolerance, herbicides, biotypes.

Grupo Herbicida	WSSA (código)	HRAC (código)	Biotipos Resistentes				Número de Países
			Ejemplo	Dicots	Monocots	Total	
Triazinas	5	C <sub>1</sub>	Atrazina	41	19	60	22
Inhibidores ALS	2	B	Clorsulfuron	36	17	53	14
Bipiridilos	22	D	Paraquat	19	7	26	12
Ureas/amidas	7	C <sub>2</sub>	Clortoluron	6	11	17	18
Auxinas sintéticas	4	O	2,4-D	14	3	17	11
Inhibidores ACCase	1	A	Diclofop- metil	0	19	19	17
Dinitroanilinas	3	K <sub>1</sub>	Trifluralina	1	6	7	5
Triazoles	11/13	F <sub>3</sub>	Amitrol	1	3	4	2
Cloroacetamidas	15	K <sub>3</sub>	Metolaclo	0	3	3	3
Tiocarbamatos	8	N	Triatato	0	3	3	3
Nitrilos	6	C <sub>3</sub>	Bromoxinil	1	0	1	1
Glicinas	9	G	Glifosato	0	2	2	2
Benzofluranos	16	N	Etofumesato	0	1	1	1
Organoarsenicales	17	Z	MSMA	1	0	1	1
Acido clorocarbonico	26	N	Dalapon	0	1	1	1
Pirazolio	8	Z	Difenzoquat	0	1	1	3
<b>CASOS TOTALES</b>				<b>120</b>	<b>96</b>	<b>216</b>	

Tabla 1. Ocurrencia de biotipos de malas hierbas resistentes a diferentes grupos de herbicidas.

**RESISTENCIA DE DIFERENTES BIOTIPOS EUROPEOS DE *Alopecurus myosuroides* A CLORTOLURON, ISOPROTURON, CLODINAFOF Y FENOXAPROP**

R. DE PRADO, M.D. OSUNA y J. GONZALEZ-GUTIERREZ  
Departamento de Química Agrícola y Edafología. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.  
Apdo.3048. 14080-Córdoba

Resumen: Se ha estudiado el efecto de cuatro graminicidas (clortoluron, isoproturon, clodinafop y fenoxaprop) sobre diez biotipos de *Alopecurus myosuroides* (A (Bélgica), B (Alemania), C (UK), D (Alemania), E (España), F (UK), G (UK), H (UK), I (Francia), K (UK)) resistentes y sensibles a clortoluron y diclofop-metil. Los biotipos C y E mostraron una alta resistencia a las ureas sustituidas (clortoluron e isoproturon), mientras que los biotipos H y D mostraron alta resistencia a los ariloxifenoxipropanoatos (clodinafop y fenoxaprop).

Palabras clave: Resistencia, *Alopecurus myosuroides*, biotipos, clortoluron, isoproturon, clodinafop y fenoxaprop.

## INTRODUCCIÓN

*Alopecurus myosuroides* es una gramínea de polinización cruzada presente en la mayoría de los países de la Comunidad Europea. Se encuentra sobre todo en los cereales de invierno, donde compete con el cultivo por el agua y los nutrientes del suelo. Durante la pasada década clortoluron y diclofop-metil han sido dos de los graminicidas más utilizados para el control de esta mala hierba en Europa. Sin embargo, biotipos resistentes a estos herbicidas empezaron a ser detectados en Europa a principios de 1990 (DE PRADO *et al.*, 1997). Los mecanismos de resistencia a A (Bélgica), B (Alemania), C (UK), D (Alemania), E (España), F (UK), G (UK), H (UK), I (Francia), K (UK) han sido ampliamente estudiados en nuestro laboratorio sobre un biotipo de *A. myosuroides* resistente a clortoluron (MENENDEZ *et al.*, 1994). Para ambos herbicidas, se ha demostrado que el mecanismo de resistencia es debido a una mayor metabolización de la molécula tóxica (clortoluron o diclofop-metil) a metabolitos polares no tóxicos (MENENDEZ Y DE PRADO, 1996 y 1997).

El objetivo de este estudio fue cuantificar el nivel de sensibilidad de diferentes biotipos resistentes a graminicidas recolectados en Europa a clortoluron, isoproturon, clodinafop y fenoxaprop bajo condiciones controladas en invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado han sido diez biotipos de *Alopecurus myosuroides* de distintos países de Europa. Las semillas fueron suministradas por la European Herbicide Resistance Working Group en diez sobres etiquetados con las letras: A (Bélgica), B (Alemania), C (UK), D (Alemania), E (España), F (UK), G (UK), H (UK), I (Francia), K (UK). Excepto los biotipos B y F que no provienen de campos tratados con herbicidas, el resto fueron recolectados en campos de trigo donde clortoluron y/o diclofop-metil habían sido usados de forma continuada para el control de gramíneas.

Las semillas de las 10 poblaciones de *A. myosuroides* se germinaron en placas Petri sobre papel de filtro con perlita humedecida en una solución  $2 \text{ g l}^{-1}$  de  $\text{KNO}_3$ . Las placas selladas con parafilm se incubaron durante 7 días en una cámara de cultivo con un fotoperiodo de 16 h de luz ( $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ ) a  $25^\circ\text{C}$  y 8 h de oscuridad a  $18^\circ\text{C}$  y una humedad relativa constante del 80%, de esta forma maximizamos el número de plantas viables en las macetas para el tratamiento.

A los 7 días de haber colocado las semillas en la placa petri se transplantaron a las macetas, con ayuda de las pinzas, se colocaron 10 semillas germinadas en la superficie del sustrato de las macetas, cubriendo con un poco éste; como máximo a 1 cm de profundidad. Se prepararon 25 macetas de 9 cm de diámetro para los tratamientos de cada población, por lo que se necesitaron 250 macetas para las 10 poblaciones, permitiendo 5 repeticiones por cada uno de los tratamientos, cuatro herbicidas y un blanco. Se etiquetaron las macetas con el código de población (A,B,C,D,E,F,G,H,I,K), número de repetición (1-5) y los códigos para los tratamientos (B: blanco, Is: isoproturón ( $1.00 \text{ Kg m.a. ha}^{-1}$ ), Cl: clortoluron ( $2.50 \text{ Kg m.a. ha}^{-1}$ ), Fe: fenoxaprop ( $68.7 \text{ g m.a. ha}^{-1}$ ) y Cl-prop: clodinafop propargil ( $60.00 \text{ g m.a. ha}^{-1}$ )). Después se colocaron en el invernadero y se regaron.

Las aplicaciones de los herbicidas se realizaron a las 3 semanas del transplante con plantas en el estado de 2 ó 3 hojas,. Los tratamientos se realizaron usando una maquina de laboratorio que produce un gasto de caldo de  $200 \text{ l ha}^{-1}$ , a una presión de 2.75 bar, con una boquilla de abanico, a 50 cm sobre las macetas y repartiendo una gota de tamaño medio/fino. Dos semanas después de la aplicación se realizaron dos tipos de medidas:

1.- Clasificar cada planta por su vigor utilizando las 4 categorías siguientes:

- a) Sin afectar o con síntomas muy pequeños de herbicida (visualmente muy similar a las plantas no tratadas).
- b) Síntomas evidentes de herbicida, pero la planta está viva y parece como si fuera a recuperarse.
- c) Planta afectada severamente por el herbicida pero viva.
- d) Planta muerta.

Esta valoración se hizo justamente antes de tomar el peso fresco y se representó con cuatro dígitos por maceta (a/b/c/d).

2.- Peso fresco foliar por maceta.

Con unas tijeras se cortaron las plantas justo por encima del nivel del suelo y se tomó el peso por cada planta, incluidas todas las hojas, incluso las muertas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos de crecimiento fueron realizados con el fin de comparar la diferente sensibilidad de las 10 poblaciones de *A. myosuroides* a los herbicidas ensayados (Tabla 1 y 2). Los ensayos sobre el vigor de las plantas muestran la existencia de marcadas diferencias dependiendo del biotipo y el herbicida utilizado (Tabla 1). Así el biotipo A es sensible a clortolurón. Resistente a fenoxaprop y clodinafop, aunque es más evidente la resistencia a fenoxaprop que a clodinafop. El biotipo B es sensible a los cuatro herbicidas. El biotipo C es resistente a los cuatro herbicidas. La resistencia parece más sólida a clortolurón e isoproturón que a fenoxaprop y clodinafop. El biotipo D es sensible a clortolurón e

isoproturón y resistente a fenoxaprop y clodinafop. El biotipo E es resistente a los cuatro herbicidas aunque se aprecia un menor grado de resistencia a clodinafop. El biotipo F es sensible a los cuatro herbicidas. En el biotipo G hay evidencias de resistencia a los cuatro herbicidas aunque es más sólida en fenoxaprop y clodinafop que en clortolurón e isoproturón, siendo este último donde menos evidencias existen. El biotipo H es sensible a clortolurón e isoproturón y resistente a fenoxaprop y clodinafop. El biotipo I es claramente sensible a clortolurón e isoproturón y resistente a fenoxaprop y clodinafop. El biotipo K es claramente resistente a fenoxaprop y clodinafop. Es menos resistente a clortolurón e isoproturón, siendo este último donde existen más evidencias de ser sensible.

Relacionando el peso foliar de las plantas tratadas con cada uno de los herbicidas con el de los controles obtendremos el % de reducción de peso foliar. Valores altos de % de reducción de peso foliar corresponden a plantas sensibles, mientras que bajos valores corresponderán a las plantas resistentes (Tabla 2). Los biotipos C y E son los que mostraron mayor nivel de resistencia a clortolurón. El orden de resistencia (orden creciente de sensibilidad a resistencia) fue: I, F, D, H, B, A, G, K, E, C. En el caso del isoproturón existe mucho parecido con el anterior, obteniéndose el siguiente orden de resistencia: I, G, A, H, F, K, B, D, E, C, siendo también los biotipos C y E donde más claramente se detecta resistencia, aunque a menor nivel que en el caso de clortolurón. Los biotipos B y F mostraron una alta sensibilidad a fenoxaprop, mientras que los biotipos H y D mostraron alta resistencia a este herbicida. El orden de resistencia encontrado fue B, F, C, E, G, A, K, H, D. De forma similar a fenoxaprop el orden de resistencia de los biotipos estudiados tratados con clodinafop fue el siguiente: F, B, E, G, A, C, I, K, H, D, siendo los dos biotipos más sensibles y resistentes iguales que para el caso de fenoxaprop.

## BIBLIOGRAFÍA

- DE PRADO, R.; LOPEZ-MARTINEZ, N.; GIMENEZ-ESPINOSA, R. (1997). Herbicide-resistant weeds in Europe: agricultural, physiological and biochemical aspects. *Weed and Crop Resistance to Herbicides*. 17-27.
- MENENDEZ, J.; JORRIN, J.; ROMERA, E.; DE PRADO, R. (1994). Resistance to chlorotoluron of a slender foxtail (*Alopecurus myosuroides*) biotype. *Weed Sci.* 42. 340-344
- MENENDEZ, J.; DE PRADO, R. (1996). Diclofop-methyl cross-resistance in a chlorotoluron-resistant biotype of *Alopecurus myosuroides*. *Pestic. Biochem. Physiol.* 56, 123-133.
- MENENDEZ, J.; DE PRADO, R. (1997). Detoxification of chlorotoluron in a chlorotoluron-resistant-biotype of *Alopecurus myosuroides*. Comparison between cell cultures and whole plants. *Physiologia Plantarum*. 99, 97-104.

Summary: Resistance of several European biotypes of *Alopecurus myosuroides* to chlorotoluron, isoproturon, clodinafop and fenoxaprop. The effect of four graminicides (chlorotoluron, isoproturon, clodinafop and fenoxaprop) has been studied on ten biotypes of *A. myosuroides* (A (Belgium), B (Germany), C (UK), D (Germany), E (Spain), F (UK), G (UK), H (UK), I (France), K (UK)) resistant and susceptible to chlorotoluron and diclofop-methyl. C and E biotypes showed a high resistance to ureas (chlorotoluron and isoproturon), while the H and D biotypes showed a high resistance to aryloxyphenoxypropionates (clodinafop and fenoxaprop).

Key words: Resistance, *Alopecurus myosuroides*, biotypes, chlortoluron, isoproturon, clodinafop and fenoxaprop.

Tabla 1. Efecto de clortoluron, isoproturon, clodinafop y fenoxaprop sobre el vigor (planta) y peso fresco (g/maceta) de diferentes biotipos de *A. myosuroides* resistentes a graminicidas recolectados en Europa.

Biotipos	Control	Clortoluron 2.5 kg m.a. ha <sup>-1</sup>	ISOPROTURON 1.0 kg m.a. ha <sup>-1</sup>	Clodinafop 60.0 g m.a. ha <sup>-1</sup>	Fenoxaprop 68.7 g m.a. ha <sup>-1</sup>
A	22/8/0/0 0.337	0/9/19/0 0.100	0/2/22/5 0.054	2/10/14/0 0.116	6/15/9/0 0.197
B	17/1370/0 0.273	0/3/14/11 0.058	3/0/11/16 0.067	0/0/30/0 0.051	0/0/24/0 0.051
C	28/2/0/0 0.497	25/5/0/0 0.533	10/14/6/0 0.309	2/11/16/1 0.182	4/18/8/0 0.212
D	12/11/0/0 0.482	0/1/20/2 0.079	0/1/9/15 0.130	19/7/0/0 0.536	20/0/0/0 0.545
E	23/6/0/0 0.589	13/15/2/0 0.404	5/12/12/0 0.220	1/11/17/0 0.152	5/16/6/0 0.220
F	10/6/0/0 0.375	0/1/0/20 0.032	0/1/10/11 0.048	0/0/25/0 0.028	0/0/10/12 0.049
G	29/1/0/0 0.563	6/2/15/7 0.196	0/1/11/18 0.061	5/4/20/1 0.182	5/15/10/0 0.248
H	29/1/0/0 0.581	2/3/17/8 0.112	2/4/14/11 0.125	21/4/5/0 0.484	15/13/2/0 0.433
I	28/2/0/0 0.650	0/1/13/16 0.054	0/1/22/7 0.039	10/6/14/0 0.341	6/8/13/0 0.269
K	23/7/0/0 0.542	6/15/7/0 0.213	1/3/14/11 0.132	16/5/9/0 0.371	10/11/6/0 0.347

Tabla 2. Reducción (% sobre control) del peso foliar de diferentes biotipos de *A. myosuroides* resistentes a graminicidas recolectados en Europa tratados con clortoluron, isoproturon, clodinafop y fenoxaprop.

Biotipos	Clortoluron 2.5 kg m.a. ha <sup>-1</sup>	ISOPROTURON 1.0 kg m.a. ha <sup>-1</sup>	Clodinafop 60.0 g m.a. ha <sup>-1</sup>	Fenoxaprop 68.7 g m.a. ha <sup>-1</sup>
A	70	86	45	65
B	81	76	85	81
C	-7	38	62	63
D	84	71	1	-25
E	14	54	57	69
F	89	81	83	89
G	65	89	56	68
H	81	86	25	17
I	92	94	62	48
K	61	77	42	32

## **DETERMINACIÓN SIMULTÁNEA DE OXIFLUORFEN Y SIMAZINA EN SUELOS AGRÍCOLAS**

F. PEÑA<sup>\*,\*\*</sup>, E. NAVAS<sup>\*</sup>, R. DE PRADO<sup>\*</sup> y M.A. DÍAZ<sup>\*</sup>

\*Departamento de Química Agrícola y Edafología. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. Apdo.3048. 14080-Córdoba

\*\*Departamento de Suelos y Riegos. C.I.F.A. "Alameda del Obispo". Córdoba

Resumen: En el presente trabajo se propone un método (HPLC) para la determinación simultánea de dos herbicidas: el oxifluorfen y la simazina, utilizados en el olivar andaluz. Se utilizaron suelos tratados previamente con simazina y oxifluorfen. Mediante extracción con metanol se obtuvieron los residuos de los dos herbicidas y mediante análisis con HPLC se cuantificaron estas cantidades. El método propuesto acorta sensiblemente el tiempo de análisis para estos dos herbicidas. El estudio de los cromatogramas obtenidos permitió encontrar la longitud de onda idónea para llevar a cabo el análisis. Asimismo se calcularon los porcentajes de recuperación de ambos herbicidas que variaban con el tiempo, aunque las medias fueron aproximadamente las mismas para los dos. Mediante este método se están realizando estudios de degradación y persistencia de los citados herbicidas en el olivar andaluz, concretamente en suelos de Baena (Córdoba).

Palabras clave: herbicidas, oxifluorfen, simazina, HPLC, degradación, persistencia.

### **INTRODUCCIÓN**

La cantidad de herbicidas empleados actualmente en Agricultura es muy elevada, por lo que se deben tener en cuenta los efectos adversos que puedan ocasionar en el medio ambiente.

Las investigaciones realizadas a este respecto muestran la posibilidad de que gran número de estos compuestos puedan pasar al suelo con la consiguiente contaminación del mismo y de las aguas subterráneas.

La importancia que ha adquirido actualmente el control de la contaminación hace que un buen número de métodos analíticos se desarrollen o adapten para la determinación de compuestos químicos activos en el medio ambiente.

Por otro lado el estudio de la persistencia y degradación de estos compuestos es fundamental dentro de unas buenas prácticas agrícolas.

En el presente trabajo se propone un método para la determinación simultánea de dos herbicidas empleados en el olivar andaluz (SAAVEDRA Y PASTOR, 1996): oxifluorfen (2-cloro-1(3-etoxi 4-nitrofenoxi) 4- (trifluorometil) benceno) y simazina (2- cloro 4,6- bis(etilamino) 1,3,5 -triazina), mediante HPLC, dado que ninguno de los métodos actualmente propuestos contemplan (BEISTEIN et al., 1981) esta posibilidad, o incluyen derivatizaciones (ADLER et al., 1978).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las disoluciones de simazina y oxifluorfen se prepararon empleando en ambos casos productos con una pureza >99.95% y utilizando metanol como disolvente, se partió de una disolución de 100 µg mL<sup>-1</sup> y por dilución se prepararon las soluciones de trabajo. En todos los casos se almacenaron a -20°C.

Los suelos muestreados corresponden a un olivar de Andalucía tratado previamente con simazina y oxifluorfen.

Se tomaron 20 cm de la capa superficial del suelo, posteriormente se secaron al aire, se tamizaron y se almacenaron congeladas a -20°C hasta el momento del análisis, para evitar la degradación de alguno de los dos compuestos a estudiar.

A 50,00g de suelo, se añaden 175 ml totales de metanol, mediante tres extracciones secuenciales con 100, 50 y 25 ml del mismo. Se agita durante un tiempo total de 90 minutos en agitador rotatorio. A continuación se centrifuga a 3.000 r.p.m. y se filtra con papel Whatman nº1. A continuación se pasa el filtrado por un lecho de sulfato sódico anhidro y se evapora a 40°C en rotavapor hasta casi sequedad.

Los análisis de residuos de los herbicidas simazina y oxifluorfen de las muestras de suelos extraídas se determinaron con un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) modelo Beckman (System Gold) equipado con un sistema de bombas dual, módulo de detección compuesto de un diodo array (modelo 168) y columna C<sub>18</sub> (Ultrasphere, 5 µm) e inyector Rheodyne (modelo 7725i).

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: gradiente de fase móvil agua: acetonitrilo (50:50) llevado a una relación (15:85) durante 17 minutos con un flujo constante de 1.8 ml/min, el volumen de muestra inyectado fue en todos los casos de 50 µl.

Todos los reactivos empleados fueron calidad para análisis de residuos.

## RESULTADOS

Los tiempos de retención obtenidos son de 3.03 y 14.28 min. para la simazina y el oxifluorfen respectivamente, como se observa en la Fig. 1.

Se estudiaron los cromatogramas a diferentes longitudes de onda para encontrar el máximo de absorbancia para cada compuesto, obteniéndose los valores de 206 nm para el oxifluorfen y 230 nm para la simazina, como los mas óptimos para llevar a cabo la determinación.

Para el cálculo de los porcentajes de recuperación, los suelos se trataron con los herbicidas citados anteriormente en cantidades suficientes para alcanzar 2, 4 y 8 µg Kg<sup>-1</sup> finales en el suelo y se incubaron hasta un total de 40 días. En cuanto a los porcentajes de recuperación, varían a lo largo del tiempo, tal como se muestra en la Tabla 1, siendo los valores medios de los porcentajes de recuperación de 69 y 64% para la simazina y el oxifluorfen respectivamente.

Las curvas de calibración obtenidas para el intervalo de 0.4 a 20  $\mu\text{g kg}^{-1}$  suelo, en la determinación por HPLC, recogidas en la Tabla 2, muestran una buena linealidad para los dos herbicidas estudiados.

El método propuesto se está aplicando actualmente en el análisis de suelos de olivar en Andalucía (Baena, Córdoba), en el estudio de la persistencia y degradación de estos herbicidas en el suelo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se presenta un método sencillo, para la determinación conjunta de simazina y oxifluorfen en suelos de olivar. La modificación de los métodos actualmente usados, consigue reducir a menos de la mitad el tiempo necesario para la determinación conjunta de los dos herbicidas sin empleo de derivatización y reduciendo el consumo de reactivos, consiguiéndose, por tanto, un ahorro importante de material y tiempo.

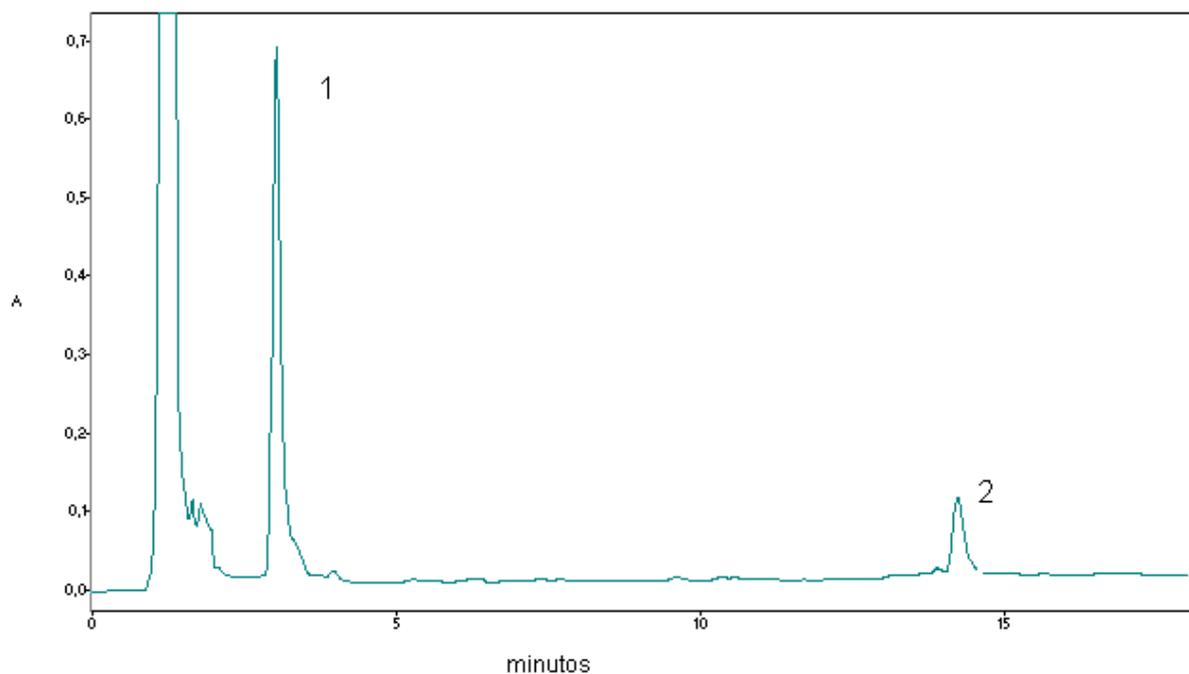
## BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, IL.; HAINES, L.D. Y JONES, B.M. (1978). Gas-liquid chromatographic determination of residues from the herbicide 2-cloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl) benzene. J. Assoc. Off. Anal. Chem.. 61. 3. 636-639.
- BEILSTEIN, P. ; COOK, A. M. Y HÜTTER, R. (1981). Determination of seventeen s-Triazine herbicides and derivatives by high-pressure liquid chromatography.. J. Agric. Food Chem.. 29. 1132-1135.
- SAAVEDRA, M. Y PASTOR, M. (1996). Weed populations in olive groves under non-tillage and conditions of rapid degradation of simazine. Weed Res.. 36. 1-14.

## AGRADECIMIENTOS

A Christian Jousseume, (Rohm and Hass, S.A. España) por suministrar los patrones de oxifluorfen y el herbicida Goal.

Summary: The present paper proposes, a HPLC method, for the simultaneous determination of two herbicides: oxifluorfen and simazine. The soils used were previously treated with simazine and oxifluorfen. The residues of both herbicides were obtained with methanol extraction and these amounts were quantified by means of HPLC analysis. The proposed method shortens considerably the analysis for the two herbicides. The study of chromatograms obtained permitted the finding of suitable wavelength to make the analysis. Similarly, the recovery percentages of both herbicides were obtained. These percentages changed with the time, but the means were about the same for both herbicides. By this method degradation and persistence studies of both herbicides were carried out in Andalusian olive-groves.



**Fig. 1.** Cromatograma obtenido de un suelo, empleando el método propuesto: (1) simazina ( $t_R=3.03$ ), (2) oxiflufen ( $t_R=14.28$ )

Herbicida	24 horas	10 días	40 días	LD
Simazina	79	69	60	0.01
Oxifluorfen	75	66	52	0.02

**Tabla 1.** Porcentajes de recuperacion y limite de detección (LD)

Herbicida	a	b	$R^2$	Desviación estandar
Simazina	30945	213671	0.9998	3.98
Oxifluorfen	14941	157238	0.9998	2.65

(a: ordenada en el origen. b: pendiente.  $R^2$ :coeficiente de correlación)

**Tabla 2.** Curvas de calibrado.

**PRINTOP® 57 FW: SOLUCIÓN HERBICIDA PARA CONTROLAR MALAS  
HIERBAS ANUALES EN EL VIÑEDO Y EL PARRAL, SENSIBLES Y  
RESISTENTES A LAS TRIAZINAS**

FÉLIX MARTÍNEZ LÓPEZ - PEDRO BERMEJO ORTEGA  
Novartis Agro S.A. – Marina 206 – 08013 Barcelona

Resumen: PRINTOP® 57 FW es una combinación herbicida para el control de malas hierbas en cultivos perennes (cítricos, manzano, olivar, viñedo y parral). La formulación de PRINTOP® 57 FW incluye dos sustancias activas con diferente modo de acción, adaptándose a las recomendaciones del CPRH (Comité para la Prevención de Resistencias a Herbicidas), siendo un producto de gran interés en las estrategias de prevención y de control de malas hierbas resistentes. Las triazinas han sido y siguen siendo herbicidas básicos en los programas de deshierbe en el viñedo. Sin embargo, hay situaciones en las que el nivel de eficacia no corresponde al deseado. PRINTOP® 57 FW está especialmente recomendado en los casos en que la actividad de las formulaciones a base de triazinas, Terbutilazina + Terbumetona, Simazina, deparan un control insuficiente de algunas malas hierbas anuales o muestran menor persistencia de la deseable. PRINTOP® 57 FW destaca por su amplio espectro de eficacia sobre malas hierbas anuales, de hoja ancha y hoja estrecha, incluidas sensibles y resistentes a las triazinas. A las dosis adecuadas, PRINTOP® 57 FW depara la persistencia necesaria para mantener el suelo limpio de malas hierbas anuales durante un amplio periodo de tiempo, simplificando el trabajo del agricultor en relación a la utilización de herbicidas de contacto o de corta persistencia.

## INTRODUCCIÓN

PRINTOP® 57 FW puede aplicarse sobre cítricos, manzano, olivar y viñedo y parral.

PRINTOP® 57 FW está formulado como suspensión concentrada, conteniendo:

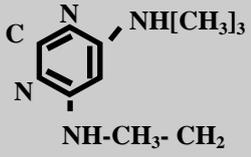
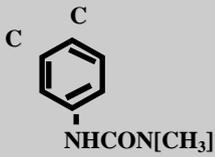
28,57 % (285,7 g/l)	Terbutilazina
28,57 % (285,7 g/l)	DIURON

Este producto está inscrito en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios con el nº 21.035 / 06

PRINTOP® 57 FW está también comercializado en Francia, bajo el nombre comercial de FENICAN®, con la misma composición.

A continuación se describen algunas de las características fundamentales de este producto, atribuibles a las materias activas integrantes de su formulación.

### Propiedades físico-químicas de las sustancias activas

Nombre común:	<i>Terbutilazina</i>	<b>Diuron</b>
Denominación química:	N <sup>2</sup> - tert-butil-6-cloro-N <sup>4</sup> - etil 1,3,5-triazina-2,4-diamina	3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea
Fórmula estructural:		
<b>Color/forma:</b>	<b>Cristalino, blanco</b>	<b>Cristalino, incoloro</b>
Punto de fusión:	177-179 °C	158-159 °C
Solubilidad a 20°C:		
• Agua	8,5 ppm	42 ppm
Índice de lixiviación	2 a 3	0 a 3
Presión de vapor:	0,15 mPa a 20 °C	0,41 mPa a 50 °C

## Toxicología

Toxicidad aguda sobre mamíferos:	Oral rata DL <sub>50</sub> mg/kg	Dermal rata DL <sub>50</sub> mg/kg	Inhalación rata CL <sub>50</sub> mg/m <sup>3</sup> (4 horas)
Terbutilazina	> 5.000	> 3.000	> 3.150
Diuron	3.400	> 5.000	

Efecto irritante:	Piel del conejo	Ojo del conejo
Terbutilazina	ligero	no
Diuron	ligero	ligero

Riesgos para la fauna y los ecosistemas: Datos referentes a las dos sustancias activas	Terbutilazina	Diuron
AVES	NO TÓXICO	TOXICIDAD REDUCIDA Después de 8 días de alimentación, la CL <sub>50</sub> sobre codorniz, faisán y pato, es > 5000
Abeja	<b>PRACTICAMENTE NO TÓXICO</b>	<b>No tóxico</b>
Peces	De prácticamente no tóxico a tóxico; CL <sub>50</sub> después de 96 horas de exposición: 9,6 ppm para el “pez rojo” 4,6 ppm para trucha “arco-iris” 66 ppm para carpa	Nocivo para algunas especies; CL <sub>50</sub> de 3 a 60 ppm en relación a la especie, grado de desarrollo y tiempo de exposición.

### Comportamiento en el suelo

Las materias activas componentes de PRINTOP® 57 FW son poco móviles en el suelo, el índice de lixiviación de ambas sustancias se sitúa entre 0 y 3 (siendo 5 para la Simazina). Las materias activas de PRINTOP® 57 FW son fuertemente absorbidas por los coloides del suelo (en mayor grado que la Simazina).

La degradación de los componentes activos de PRINTOP® 57 FW y su eliminación se produce generalmente por un proceso de hidrólisis y degradación microbiana y enzimática

### Puntos de absorción y modo de acción

PRINTOP® 57 FW es absorbido principalmente por vía radicular y débilmente por las hojas, aunque en mayor medida que la Simazina. Una vez en el interior de la planta, es conducido, a través del xilema, hacia los puntos de acción, bloqueando allí la fotosíntesis de las malezas sensibles. El síntoma de la actividad herbicida se manifiesta en principio por un amarilleamiento de las hojas y de las partes verdes de las adventicias sensibles, seguido de necrosis y muerte de la planta.

## RESULTADOS DE EFICACIA

El desarrollo de PRINTOP® 57 FW en España se inició en 1993 y desde entonces se han efectuado más de 100 ensayos de campo, cubriendo todos los objetivos necesarios para completar y asegurar un perfecto conocimiento del perfil biológico de este producto en las condiciones de nuestro país.

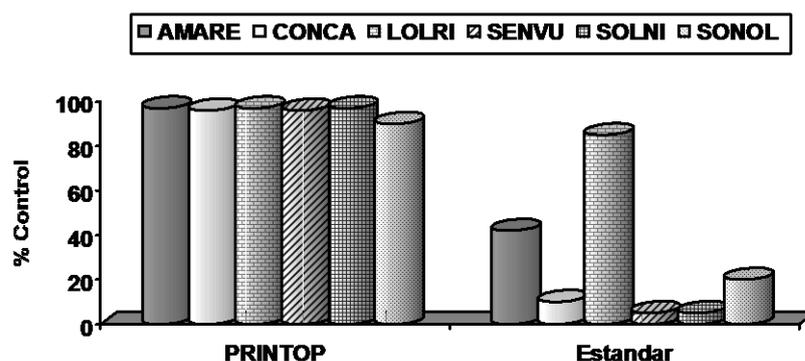
Cuadro resumen de los resultados obtenidos en España (eficacias a los 120 días de la aplicación)

	% Eficacia
--	------------

MALA HIERBA	PRINTOP		Terbutilazina + Terbumentona (*)
	5 l/ha	7 l/ha	6 l/ha
<i>Calendula arvensis</i>	100	100	100
<i>Conyza canad.</i>	65	96	10
<i>Diploaxis eruc.</i>	100	100	100
<i>Erodium spp.</i>	100	100	100
<i>Lamium amplex.</i>	100	100	100
<i>Lolium rigid.</i>	80	97	90
<i>Rumex brucef.</i>	100	100	100
<i>Sinapis arv.</i>	100	100	100
<i>Sonchus spp.</i>	60	90	20
<i>Stellaria med.</i>	100	100	100
<i>Urtica spp.</i>	100	100	100
<i>Veronica hed.</i>	100	100	100

(\*) 25 % Terbutilazina + 25 % Terbumentona

**Resultados de algunos ensayos:** Incluimos un gráfico con el resumen de las eficacias obtenidas en algunos ensayos realizados en España y Francia.



Los resultados corresponden a las eficacias obtenidas con una dosis de 7 l/ha de PRINTOP, aplicado entre la pre-emergencia y la post-emergencia muy precoz. Los resultados del tratamiento estandar corresponden a una media de las eficacias obtenidas con herbicidas utilizados como referencia en los ensayos, a partir de triazinas (Terbutilazina + Terbumentona y Simazina), a las dosis normales de uso.

## MALAS HIERBAS CONTROLADAS

Los resultados obtenidos en España en los ensayos realizados en cítricos, frutales, olivar y viñedo, durante los años de desarrollo del producto, permiten confeccionar el siguiente listado de malas hierbas sensibles (con eficacia superior al 90 %), a las dosis de PRINTOP® 57 FW recomendadas en las instrucciones incluidas en la etiqueta

*Alopecurus myosuroides*  
*Amaranthus retr.* (AMARE)  
*Anagallis arvensis*  
*Bromus cat.*  
*Calendula arvensis*  
*Capsella bursa-pastoris*  
*Chenopodium album* (CHEAL)  
*Conyza canad.* (CONCA)

*Lolium rigidum*  
*Malva spp*  
*Medicago spp*  
*Matricaria chamomilla*  
*Mercurialis annua*  
*Papaver rhoeas*  
*Poa annua*  
*Polygonum aviculare*

<i>Diplotaxis spp.</i>	<i>Senecio vulgaris</i> (SENVU)
<i>Erodium spp</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Solanum nigrum</i> (SOLNI)
<i>Galium aparine</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> (SONOL)
<i>Geranium spp.</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Urtica urens</i>
<i>Lamium purpureum</i>	<i>Veronica persica</i>

## INSTRUCCIONES DE USO

### Época de aplicación

PRINTOP® 57 FW puede aplicarse antes de que nazcan las malas hierbas, en pre-emergencia, o sobre malas hierbas ya nacidas pero muy poco desarrolladas, en post-emergencia muy precoz.

### Dosis de empleo

De forma general, las dosis serán de 4 a 7 litros de producto por hectárea real tratada.

Las dosis más bajas se recomiendan en preemergencia y en suelos ligeros. Las dosis más elevadas se aconsejan en postemergencia precoz y en suelos fuertes.

Es interesante la utilización de PRINTOP® 57 FW en mezcla con otros herbicidas complementarios, para extender el momento de aplicación o para aumentar el espectro de malas hierbas controladas. PRINTOP® 57 FW puede mezclarse con FOLAR®, recomendándose en este caso aproximadamente la mitad de la dosis que se aplicaría de utilizar cada producto individualmente.

### Volumen de caldo

Se utilizará la cantidad de agua adecuada para un correcto reparto del herbicida. El volumen mínimo de caldo será de 150 litros por hectárea.

### Limitaciones

Este producto no debe emplearse sobre plantaciones definitivas menores de 4 años.

Las aplicaciones deben realizarse sobre cultivos que se encuentren en perfecto estado de sanidad vegetal, siendo desaconsejable si existen problemas de enfermedades, carencias o condiciones ambientales adversas.

No deben tratarse con PRINTOP® 57 FW la variedad de vid Airen, ni otras cultivadas en la Submeseta Sur (incluido Levante y Sureste)

## CONCLUSIONES

PRINTOP® 57 FW, formulado a base de dos sustancias activas con diferente modo de acción, se ajusta a las recomendaciones del CPRH para la prevención de la aparición de resistencias.

PRINTOP® 57 FW es una excelente alternativa herbicida para el viñedo y parral en los casos en que la actividad de las formulaciones a base de sólo de triazinas, especialmente Simazina, deparan un control insuficiente de algunas malas hierbas o muestran persistencia insuficiente.

PRINTOP® 57 FW destaca por su amplio espectro de eficacia, sobre las malas hierbas anuales más comunes en el viñedo, de hoja ancha y hoja estrecha.

A las dosis adecuadas, PRINTOP® 57 FW ofrece la persistencia necesaria para mantener el suelo limpio de malas hierbas anuales durante un amplio periodo de tiempo.

PRINTOP® 57 FW puede mezclarse con otros herbicidas - FOLAR®, por ejemplo -, lo cual permite extender el periodo de aplicación o aumentar el espectro de actividad sobre algunas malas hierbas específicas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de esta comunicación agradecen la colaboración del equipo de Técnicos del Departamento de Desarrollo y Registros de Novartis Agro S.A., por su apoyo y contribución en la realización de los ensayos y análisis de resultados.