

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

ANALES
DE LA
ESTACION EXPERIMENTAL
DE AULA DEI



Vol. 12 - N.º 1-2

1973

INDICE

R. B. GHOSH. — Embryological studies in the family Meliaceae Fertilisation. Endosperm and Embryogeny in <i>Wal-sura trifoliata</i> (A. Juss) Harms	1
R. CAMBRA y M. CAMBRA. — Selección clonal de ciruelo mirobolán (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) Compatibilidad con variedades de ciruelo y albaricoquero	8
J. AGUILAR RUIZ y J. IÑIGUEZ HERRERO. — Influencia del pH, potencial de ataque, y naturaleza del substrato, en la alteración hidrotermal de rocas	17
M. HYCKA. — Praderas cultivadas en el regadío	29
J. AGUILAR, J. IÑIGUEZ y J. FERNÁNDEZ. — Estudio comparativo de arenas finas de suelos desarrollados sobre andesitas en cabo de Gata (Almería) y la isla de Alborán	40
L. MONTAÑÉS, A. ABADÍA y L. HERAS. — Evolución del contenido mineral en alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	52
L. M. GARCÍA-BONA y M. L. LÓPEZ-FERNÁNDEZ. — Algunos <i>Basidio</i> y <i>Ascomycetes</i> del monte de San Cristóbal (Navarra)	65
M. C. TABUENCA. — Concentración de hidratos de carbono en combinaciones compatibles e incompatibles de melocotonero y ciruelo	76
A. M. ^a RIVERA y L. HERAS. — Efecto de distintos niveles de salinidad sobre el contenido de clorofila, composición mineral y crecimiento en centeno (<i>Secale Cereale</i>) tetraploide	100

Embryological studies in the family Meliaceae Fertilisation, Endosperm and Embryogeny in *Walsura trifoliata* (A. Juss) Harms¹

by **R. B. GHOSH**²

Department of Botany, Charuchandra College

Calcutta-29, INDIA

Recibido el 22 - IX - 72

ABSTRACT

GHOSH, R. B. — Embryological studies in the family Meliaceae. Fertilisation, Endosperm and Embryogeny in *Walsura trifoliata* (A. Juss) Harms. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): pp. 1-7.

The process of fertilisation and post-fertilisation stages have been described in *Walsura trifoliata* (A. Juss.) Harms, a member of Meliaceae. Fertilisation is porogamous. Syngamy and triple fusion are simultaneous. Synergids and antipodals are ephemeral. Endosperm is free nuclear and endosperm module is present at the chalazal end of the embryo sac. Embryo development follows VI Megarchetype of the series A of the group I in Soueges system of classification.

INTRODUCTION

The genus *Walsura* Roxb., belonging to the family Meliaceae comprises 10 species in India (HOOKER, 1875) but WILLIS (1955) reports the occurrence of 15 Indo-Malayan species of the genus. The embryological literature on the family under study has been reviewed by SCHNARF (1931) which has been further corroborated by PAETOW (1931), JULIANO (1934) and WIGER (1935). MAURITZON

(1) The work described in the paper is a portion of the thesis approved for D. Phil. in Botany of the Calcutta University.

(2) Present Address: Indian Botanic Garden, Howrah-3, West Bengal, India.

(1935) worked out 40 species of the family representing 13 genera on the basis of which he adversely criticised WIGER'S (1935) accounts. In India, GARUDAMA (1956, 1957), NAIR (1959), NARAYANA (1958) and NAIR & KUSUM KANTA (1961) have recorded embryological features of some more taxa of the family. Recently, GHOSH (1966a, b) has recorded the process of gametogenesis and development of the female gametophyte in *Walsura piscidia* Roxb., now known as *W. trifoliata* (A. Juss). Harms and *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker respectively. Very recently (1972), the same author has worked out the post-fertilisation stages in the latter species.

In the present investigation an attempt has been made to work out the remaining embryological features, such as, fertilisation, endosperm and embryo development of the ovule in the taxon.

MATERIAL AND METHODS

The material for study was collected from the plants growing in the Indian Botanic Garden, Calcutta, during the months of March-June, 1965. Formalin-acetic alcohol was used as a fixative and after the usual procedures of dehydration and embedding, the material was sectioned at a thickness of 12-18 μ . Heidenhain's iron-alum haematoxylin and erythrosin were used for staining the sections.

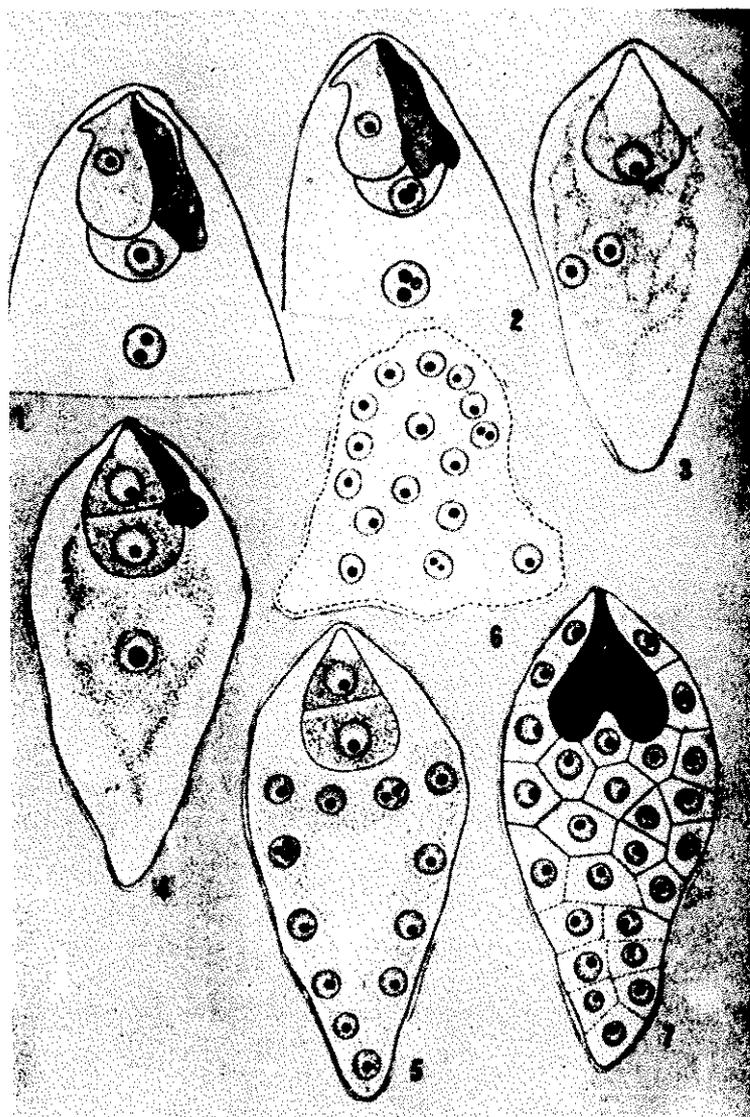
OBSERVATIONS

Fertilisation

Fertilisation is porogamous. The pollen tube enters the embryo-sac by way of the micropyle disorganising one of the synergids (fig. 1) Syngamy and triple fusion are quite evident in the ovule (fig. 2). Ultimately both the synergids and the antipodals are ephemeral (fig. 3). The remnant pollen tube is persistent upto 2-celled stage of the embryo (fig. 4). The disorganised pollen tube shows the presence of X-bodies (figs. 2, 4).

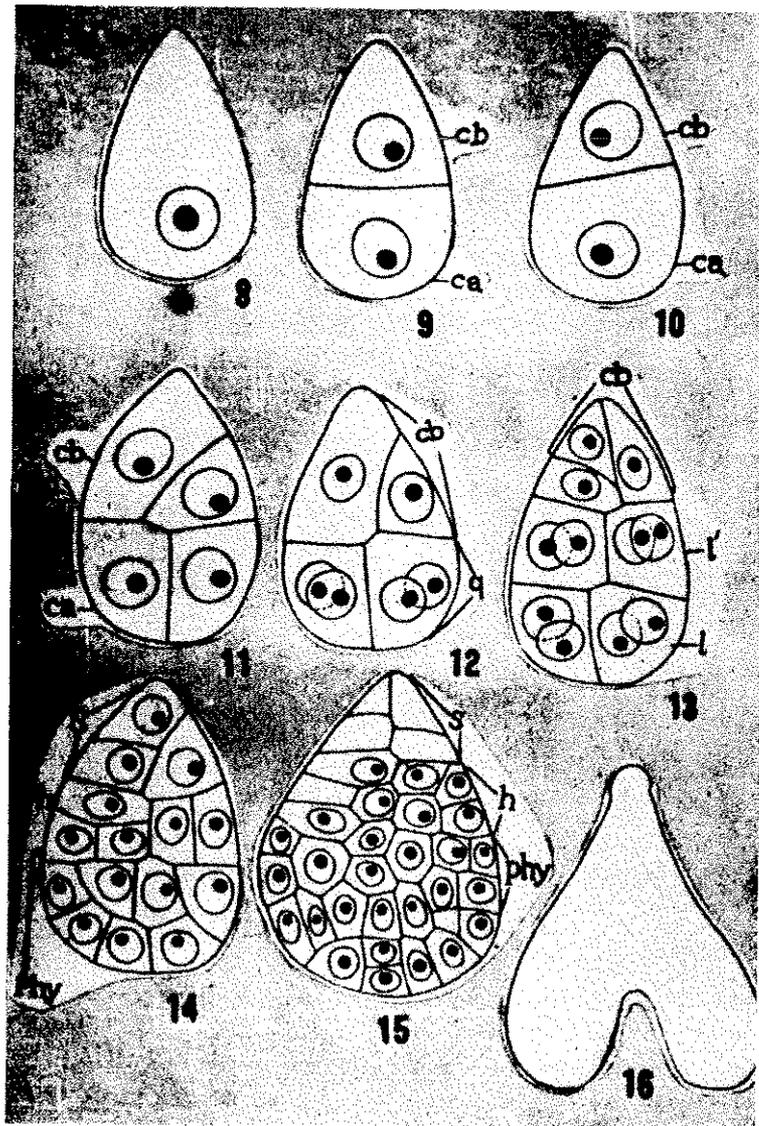
Endosperm

The primary endosperm nucleus divides earlier than the fertilised egg and produces two free nuclei (fig. 3). The two nuclei thus formed are separated and soon undergo repeated division mitoti-



Walsura piscidia (A. Juss.) Harms. FIGS. 1-7. Portion of mature embryo-sac showing process of fertilisation, $\times 1400$. FIG. 2. Same showing syngamy and triple fusion as well as remnant pollen-tube with \times -bodies, $\times 1400$. FIG. 3. Mature embryo-sac showing ephemeral synergids, antipodals and two free nuclei derived from primary endosperm nucleus, $\times 1400$. FIG. 4. Same showing remnant pollen-tube with 2-celled pro-embryo and primary endosperm nucleus, $\times 1400$. FIG. 5. Same showing uni-, bi and trinucleate free endosperm nuclei and 2-celled proembryo, $\times 1400$. FIG. 6. A portion chalazal end showing endosperm nodules, $\times 1400$. FIG. 7. A mature embryo-sac showing wall formation around endosperm nuclei and a heart-shaped embryo, $\times 1400$.

cally giving rise to a large number of free nuclei (fig. 5). Ultimately those nuclei are arranged peripherally in the cytoplasm of the embryo-sac (fig. 5). Evidently, there is an aggregation of nuclei in the chalazal region (fig. 6). The wall formation initiates during heart-shaped configuration of the embryo (fig. 7). The endosperm cells become uninucleate but sometimes they show the presence of 2 or 3 nucleoli (fig. 5).



Walsura piscidia (A. Juss.) Harms. FIGS. 8-16. Showing different developmental stages in the formation of embryo, $\times 1400$.

Embryo

After fertilisation the zygote undergoes a period of rest for sometime (fig. 8). Then it divides transversely into two cells, giving rise to 'ca' and 'cb' (fig. 9). In a few cases, an oblique wall is laid down in the fertilised egg to form two-celled pro-embryo (fig. 10). The apical cell 'ca' divides vertically while the basal cell 'cb' by an oblique wall (fig. 11). The tetrad pro-embryo thus derived falls to the category A₁ of Soueges system of embryonal classification. The two juxtaposed daughter cells of the apical cell 'ca', by a vertical division, gives rise to the quadrant (fig. 12). The quadrant 'q' of the previous stage is now followed by Octant (fig. 13). Differentiation of 1 and 1' being superior an inferior Octant respectively is soon noticeable in the quadrant 'q' (fig. 13). Some later stages leading to the separation of the hypocotyledonary and hypophyseal parts are shown accordingly (figs. 14-16).

DISCUSSION

The embryological stages of the taxon represented herewith reveal that the process of fertilisation simulates with other members of Meliaceae (WIGER, 1935; MAURITZON, 1935; NAIR, 1959; NAIR & KUSUM KANTA, 1961). WIGER (1935) asserts that the development of endosperm in some members of Meliaceae is independent of fertilisation and triple fusion. In *Walsura trifoliata*, it is quite evident that endosperm development is normally initiated after triple fusion as also reported in *Melia azedarach*, *Cedrela toona* and *Azadirachta indica* (NAIR, 1959b, c; NAIR & KUSUM KANTA, 1961). The division of the zygote in the taxon under study starts after the formation of a large number of free endosperm nuclei as is also the case with *Sandoricum koetjape*, *S. indicum*, *Naregamia alata* and *Azadirachta indica* (JULIANO, 1934; NAIR, 1959; NAIR and KUSUM KANTA, 1961). Cell wall formation of the free nuclei of the endosperm commences at the heart-shaped stage of the embryo as has been observed in other taxa of Meliaceae (JULIANO, 1934; NAIR, 1969; NAIR & KUSUM KATA, 1961). The occurrence of endosperm nodules in the chalazal end of the embryo-

sac is an interesting feature as also recorded in *Naregamia alata* (NAIR, 1959) and *Azadirachta indica* (NAIR & KUSUM KATA, 1961).

As regards embryogeny of the species, it may be stated that it does not conform to the crucifer type embryo of *Naregamia* (NAIR, 1959) but the present taxon somewhat resembles *Azadirachta indica* in having similarity with the Megarchetype of embryo which falls in the series A of group I in the SOUEGES (1939) system of embryonic classification with slightest difference and as such the genus, *Azadirachata* belongs to III Megarchetype (GARUDAMMA, 1956) and *Walsura* to VI Megarchetype only (GHOSH, 1965). Later on NAIR and KUSUM KANTA Megarchetype only (GHOSH, 1965). Later *Melia azedarch* (*Azadirachta indica*) could not typify the embryo as done by GARUDAMMA (1956). So the tribes Meljæ to which *Melia* or *Azadirachta* belongs and Trichilleæ of HOOKER (1875) which consist of *Naregamia*, *Aphanamixis* and *Walsura* do not conform each other from the view point of embryogenesis. It is interesting to note that out of three genera *Naregamia*, *Walsura* and *Aphanamixis*, the latest one shows the presence of nucellar polyembryony (GHOSH, 1972) in contrast to two previous taxa which show definite embryogenic classification stated in the text. It may be presumed that the proposed tribes of HOOKER (1875) appear to be somewhat artificial on the basis of embryogeny, if considered and this statement needs further corroboration on the basis of detailed investigation of embryogenesis of all the unexplored taxa of Meliaceæ.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to convey his sincere thanks to Prof. S. M. SIRCAR, F. N. I., ex-Head of the Department of Botany, Calcutta University now Director, Bose Institute, Calcutta for his guidance and constant help in the preparation of the paper. He is also grateful to Prof. Dr. A. K. SHARMA, F. N. I., Head, Department of Botany, Calcutta University for his kindly going through the manuscript and giving some valuable suggestions. His thanks are also due to the Ministry of Education, Government of India for the award of a Man-Power Scholarship and to Dr. S. K. MITRA, Princi-

pal, Charuchandra College, Calcutta-29 for providing facilities to complete the work.

LITERATURE CITED

- GARUDAMMA, G. K.
1956 Studies in the Meliaceae I. Development of embryo in *Azadirachta indica* A. Juss. *J. Indian bot Soc.* **35**: 222-25.
1956 Studies in the Meliaceae. II. Gametogenesis in *Melia azadirachta* Linn. *Ibid.* **36**: 227-231.
- GHOSH, R. B.
1965 Anatomical, Cytological and Embryological investigations of some members of Rutales in relation to their phylogeny and affinity D. Phil. Dissertation (Unpublished).
1966a Studies in the family Meliaceae. I. Development of the female gametophyte of *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker *Beitr. Biol. pflanzen.* **42**: 133-138.
1966b Studies in the family Meliaceae. II. The development of the gametophytes in *Walsura piscidia* Roxb. *Ibid.* **42**: 373-380.
1972 Studies in the Embryology of the family Meliaceae IV. Fertilisation, endosperm and embryogeny of *Aphanamixis polystachya* (Wall) Parker A medicinal plant with a discussion on its taxonomic status and horticulture. *An. Aula Dei*, **11** (3-4).
- HOOKE, J. D.
1875 The Flora of British India. I. Reeve & Co. London.
- JULLIANO, J. B.
1934 Studies on the morphology of Meliaceae. I. *Sandoricum koetjape* (Burm. f.) Merr *Philipp J. Agr.* **23**: 11-48.
- MAURITZON, J.
1935 Kritik von J. Wigers's Abhandlung Embryological studies on the families Buxaceae, Meliaceae, Simarubaceae and Burseraceae. *Bot. Notiser.* 1935, 490-502.
- NAIR, N. C.
1959a Studies on Meliaceae. I. Floral morphology and embryology of *Naregamia alata* W. & A. J. *Indian bot. Soc.* **38**: 351-365.
1959b Studies on Meliaceae. II. Floral morphology and embryology of *Melia azedarch* *Ibid.* **38**: 367-378.
1961 Studies in meliaceae. IV. Floral morphology and embryology of *Azadirachta* A. Juss. A Reinvestigation. *Ibid.* **40**: 382-396
- NARAYANA, L. L.
1958 Name changes in common Indian Plants. *Indian Forester*, **54**: 467-535.
- PAETOW, W.
1931 Embryologische Untersuchungen an Taccaceen, Meliaceen and Dilleniaceen. *Planta* **14**: 441-470.
- RAIZADA, M. B.
1958 Name changes in common Indian Plants. *Indian Forester*, **54**: 467-535.
- SCHNARE, K.
1931 Vergleichende Embryologie der Angiosperm. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- WIGER, J.
1935 Embryological studies on the families Buxaceae, Meliaceae, Simarubaceae and Burseraceae. Lund.
- WILLIS, J. C.
1955 A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns, Cambridge University Press.

Selección clonal de ciruelo mirobolan (*Prunus cerasifera* Ehrh.) Compatibilidad con variedades de ciruelo y albaricoquero

por R. CAMBRA y M. CAMBRA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 15 - XII - 72

ABSTRACT

CAMBRA, R. y CAMBRA, M., 1973. — Clonal selections of Myrobalan (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Compatibility with plum and apricot varieties. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): pp. 8-16.

One account is given of the origin, ability to root from hardwood cuttings, and preliminary nursery trials for compatibility with plum and apricot varieties of 25 clones of Myrobalan (*Prunus cerasifera* EHRH.).

INTRODUCCION

En el año 1950 el Departamento de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei inició la selección clonal del patrón ciruelo mirobolán (*Prunus cerasifera* Ehrh.), partiendo de material procedente de fuentes comerciales españolas.

El principal objetivo de esta selección fue estudiar la compatibilidad de clones de mirobolán con la variedad de albaricoquero Moniquí. En aquella época el cultivo del albaricoquero estaba en expansión en el valle del Ebro, siendo las variedades más plantadas Moniquí y Paviot injertadas sobre mirobolán de semilla. Mientras Paviot no presentaba problemas de incompatibilidad con mirobolán,

Moniquí presentaba frecuentes rupturas de uniones, injertada sobre este mismo patrón (HERRERO 1961).

Para el establecimiento de clones de mirobolán se empleó, como criterio previo de selección, el de su aptitud a la propagación por estaquilla leñosa.

Con los clones seleccionados por dicha aptitud, se plantearon ensayos para estudiar la compatibilidad con tres variedades de ciruelo y dos de albaricoquero que se habían mostrado incompatibles en la unión con Mirobolán B (HERRERO, 1962; TABUENCA y HERRERO, 1966).

En el presente trabajo se da cuenta de dichos ensayos.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

Selección por aptitud a la multiplicación por estaquilla leñosa

En enero de 1950 se plantaron unos 1.000 ciruelos mirobolán de semilla, de un año de edad. Dichas plantas se adquirieron en distintos viveros comerciales a fin de obtener una población inicial heterogénea.

Las plantas se dejaron crecer libremente hasta que alcanzaron su primera floración que se produjo, según individuos, en dos primaveras consecutivas (1951 y 1952), al iniciar la segunda y tercera estación de crecimiento en la plantación, es decir, al comenzar la tercera y cuarta estación de crecimiento de las plantas.

Durante el otoño se arrancaron las plantas que habían alcanzado la floración en la primavera anterior, y de cada una de ellas se confeccionaron estaquillas de 20 cm. de longitud, calibradas por grosor. Dichas estaquillas se plantaron al exterior sin tratamiento hormonal.

Por los porcentajes de enraizamiento obtenidos se estimó la aptitud para la propagación por estaquilla leñosa de 431 plantas que habían florecido al iniciar su tercera estación de crecimiento y de 323 plantas que florecieron al iniciar la cuarta.

Como consecuencia de estas pruebas, se eligieron 26 clones con elevado porcentaje de estaquillas enraizadas y se formaron con ellos setos productores de madera. A cada uno de estos clones se le

denominó con el número que le había correspondido al arrancar la planta de semilla para proceder a su estaquillado.

La aptitud para la propagación por estaquilla leñosa de los 26 clones elegidos fue comprobada en ocho ensayos, realizados en años distintos, con plantación de las estaquillas al exterior y sin tratamiento hormonal. En cinco de estos ensayos se introdujo, como testigo, Mirobolán B (selec. East Malling). Los resultados de estos ensayos muestran que los porcentajes medios anuales de estaquillas enraizadas para todos los clones, fueron superiores al porcentaje alcanzado por Mirobolán B, excepto para uno de los clones (clon 648).

Posteriormente a la realización de los ensayos comentados se realizaron otros dos ensayos en años consecutivos, en los que las estaquillas leñosas se trataron en su base con IBA a 500 ppm. Para cada uno de los clones elegidos, la media anual de porcentajes de estaquillas enraizadas fue superior a la Mirobolán B (83 %). Dichas medias oscilaron entre 84 % (clon 648) y 100 % (clon 434).

Compatibilidad con variedades de ciruelo

Reina Claudia de Oullins. La incompatibilidad localizada, o en la unión, que presenta la combinación Reina Claudia de Oullins/Mirobolán B, ha sido mencionada por varios autores (HILTON, 1939; HERRERO, 1951; MOSSE, 1960; GLENN, 1961), siendo la ruptura por el injerto de algunos árboles en la plantación, la manifestación típica de este tipo de incompatibilidad. HERRERO (1951) estudiando uniones de 2 años de esta combinación, indica que la causa inmediata de la ruptura lisa de árboles por la unión es la presencia de una capa, más o menos continua, de tejido parenquimatoso entre el patrón y la variedad. MOSSE (1960) estudió uniones de diez años de las mismas combinaciones de ciruelo estudiadas por HERRERO (1951) y concluye que, en general, hay una buena correlación entre la estructura de la unión a los dos y a los diez años de edad.

En el presente trabajo, 25 de los 26 clones de mirobolán seleccionados por su aptitud al enraizamiento, se injertaron en cuatro ensayos realizados en distintos años, con la variedad de ciruelo Reina Claudia de Oullins. En todos los ensayos se incluyó también Mirobolán B como testigo.

La compatibilidad de Reina Claudia de Oullins con cada uno de los clones de mirobolán se estimó por medio de:

- a) Porcentajes de árboles que se rompieron por la unión como consecuencia de vientos fuertes, o del paso de la maquinaria, o de la inclinación artificial de la variedad sobre el patrón cuando el árbol tenía un año de injerto. Únicamente se consideraron como sintomáticas de incompatibilidad las rupturas lisas de uniones.
- b) Porcentajes de uniones con capa de parénquima entre patrón y variedad. Estos últimos porcentajes se determinaron en árboles arrancados a los 2, 3 y 4 años de edad varietal, cuyas uniones se serraron por el plano radial longitudinal que pasa por el punto más alto y más bajo de la unión, según el método descrito por HERRERO (1962).

CUADRO 1.—*Compatibilidad de clones de mirabolán con Reina Claudia de Oullins.*

N.º clon	Uniones rotas con ruptura lisa			Uniones con capa de parénquima entre patrón y variedad		
	N.º observadas	N.º rotas	%	N.º observadas	N.º con parénquima	%
B	43	14	33	29	27	93
42	27	0	0	27	0	0
208	46	0	0	46	0	0
432	48	0	0	48	0	0
434	113	0	0	113	0	0
447	95	0	0	95	0	0
450	73	0	0	73	0	0
461	20	0	0	20	0	0
469	54	22	41	32	28	88
472	75	0	0	75	0	0
475	78	0	0	78	0	0
543	21	0	0	21	0	0
544	51	0	0	51	0	0
598	74	0	0	74	0	0
599	62	0	0	62	0	0
605	88	0	0	88	0	0
612	43	0	0	43	0	0
644	54	0	0	54	0	0
653	74	16	22	58	45	78
654	31	0	0	31	0	0
672	76	0	0	76	0	0
713	43	0	0	43	0	0
715	57	17	30	40	38	95
726	63	7	11	56	54	96
743	69	0	0	69	0	0
748	39	0	0	39	0	0

En el cuadro 1 se totalizan, para los cuatro ensayos realizados y para cada uno de los clones de mirobolán, los porcentajes de uniones rotas con ruptura lisa y de uniones con capa de parénquima entre patrón y variedad.

Solamente Mirobolán B y cuatro de los clones seleccionados (clones 469, 653, 715 y 726) presentaron capa de parénquima entre patrón y variedad. Dichos clones fueron precisamente aquellos en los que se perdieron porcentajes variables de árboles por ruptura de sus uniones (cuadro 1), lo que indica una clara relación entre presencia de capa de parénquima y ruptura de uniones.

En el cuadro 2 se recogen para cada uno de los cinco clones de mirobolán incompatibles con Reina Claudia de Oullins, los porcentajes de uniones de 2, 3 y 4 años de edad, con capa de parénquima. La presencia de elevados porcentajes en uniones de dos años parece indicar que en el diagnóstico precoz de la incompatibilidad en la unión entre variedades de ciruelo y clones de mirobolán, es suficiente el examen interno de uniones de dicha edad para conocer la compatibilidad o incompatibilidad de la combinación.

CUADRO 2.— *Uniones con capa de parénquima en combinaciones incompatibles de ciruelo Reina Claudia de Oullins injertado sobre distintos clones de mirobolán.*

N.º clon	Uniones de 2 años			Uniones de 3 años			Uniones de 4 años		
	N.º obser- vadas	N.º con parén- quima	%	N.º obser- vadas	N.º con parén- quima	%	N.º obser- vadas	N.º con parén- quima	%
B	12	10	83	11	11	100	6	6	100
469	13	10	77	11	10	91	8	8	100
653	27	20	74	16	15	94	15	10	67
715	19	17	89	11	11	100	10	10	100
726	28	27	96	16	16	100	12	11	92

Reina Claudia Rosa y Fraila Morada. HERRERO (1962) estudiando uniones de 91 variedades de ciruelo con Mirobolán B observó que solamente 8 de ellas presentaban capa de parénquima en su soldadura con dicho patrón. De estas variedades, 2 fueron identificadas posteriormente como Reina Claudia Rosa y Fraila Morada (HERRERO e ITURRIOZ, 1971).

La compatibilidad de Reina Claudia Rosa y de Fraila Morada con 22 de los clones de mirobolán seleccionados y con Mirobolán B, se estudió en un ensayo análogo a los comentados para Reina Claudia de Oullins.

En dicho ensayo, únicamente los clones de mirobolán que se habían mostrado incompatibles con Reina Claudia de Oullins (Mirobolán B y clones 469, 653, 715 y 726) presentaron capa de parénquima más o menos continua con las variedades Reina Rosa y Fraila Morada.

Ello parece indicar que los clones de mirobolán compatibles con Reina Claudia de Oullins pueden tener interés para otras variedades de ciruelo incompatibles con Mirobolán B.

Compatibilidad con variedades de albaricoquero

De los clones de mirobolán seleccionados por su aptitud al enraizamiento, 25 se injertaron en cuatro ensayos realizados en distintos años con las variedades de albaricoquero Moniquí y 117 AD. En dichos ensayos se realizaron análogas observaciones a las descritas anteriormente para Reina Claudia de Oullins.

En el cuadro 3 se totalizan, para los cuatro ensayos realizados y para cada uno de los clones de mirobolán estudiados, los porcentajes de uniones rotas con ruptura lisa y de uniones con capa de parénquima entre patrón y variedad. Hay que hacer constar que la capa de parénquima en las uniones en que se observó, la formaban pequeños islotes discontinuos, a veces puntos aislados, que difícilmente podrían ser causa inmediata de rupturas de uniones por agentes mecánicos como el viento. Por otra parte (cuadro 3), son frecuentes las combinaciones que dieron lugar a rupturas lisas de uniones, sin apreciarse macroscópicamente la capa de parénquima relacionada en otras especies con la incompatibilidad en la unión.

El hecho de que la observación macroscópica de capa de parénquima en uniones de 2-5 años de edad no sea un método eficaz de diagnóstico de incompatibilidad en combinaciones de albaricoquero y mirobolán ha sido referido por varios autores (TABUENCA y HERRERO, 1966; HERRERO, 1968; DUQUESNE, 1969). DUQUESNE (1969) indica que para apreciar el riesgo de ruptura de uniones de dichas combinaciones hay que tener en cuenta elementos comple-

CUADRO 3.— Uniones rotas y uniones con capa de parénquima de albaricoqueros Moniquí y I17 AD injertados sobre distintos clones de mirabolán.

N.º clon	M O N I Q U I											
	Uniones rotas con ruptura lisa				Uniones con capa de parénquima entre patrón y variedad				I 1 7 A D			
	N.º obser- vadas	N.º rotas	%	N.º obser- vadas	N.º con parén- quima	%	N.º obser- vadas	N.º rotas	%	N.º obser- vadas	N.º con parén- quima	%
42	18	0	0	18	13	72	23	0	0	23	1	4
208	23	0	0	23	15	65	33	0	0	33	0	0
432	35	1	3	34	15	44	49	1	2	48	0	0
434	73	20	27	53	37	70	88	22	25	66	0	0
447	45	20	44	25	10	40	73	15	20	58	0	0
450	51	3	6	48	30	62	72	2	3	70	4	6
469	21	0	0	21	6	29	47	0	0	47	0	0
472	49	8	16	41	27	66	78	8	10	70	0	0
475	47	18	38	29	26	90	69	20	29	49	0	0
543	33	0	0	33	12	36	6	0	0	6	0	0
544	42	1	2	41	11	27	59	1	2	58	1	2
598	64	3	5	61	26	43	67	3	4	64	0	0
599	38	0	0	38	9	24	57	0	0	57	1	2
605	75	18	24	57	41	72	73	16	22	57	0	0
612	32	0	0	32	19	59	16	0	0	16	0	0
644	39	4	10	35	31	89	58	3	5	55	0	0
648	15	0	0	15	6	40	3	0	0	3	0	0
653	64	25	39	39	33	85	59	25	42	34	0	0
654	26	0	0	26	22	85	13	0	0	13	0	0
672	50	5	10	45	44	98	54	4	7	50	0	0
713	20	0	0	20	17	85	23	0	0	23	0	0
715	39	0	0	39	22	56	55	0	0	55	0	0
726	38	1	3	37	10	27	62	0	0	62	0	0
743	49	2	4	47	23	49	66	3	4	63	0	0
748	39	0	0	39	19	49	41	0	0	41	0	0

mentarios, tales como importancia de la involución cambial, islotes de parénquima no visibles macroscópicamente y escasez de conexiones vasculares en la madera de la unión formada al final de la estación de crecimiento. GUERIN (1970) describe pequeños islotes de parénquima en la unión, visibles únicamente en observaciones con el microscopio. La continuidad de dichos islotes puede aumentar el riesgo de ruptura de la unión.

En los presentes ensayos no se realizaron observaciones microscópicas de uniones que permitan un mejor diagnóstico de su compatibilidad. No obstante, 11 de los 25 clones de mirobolán no presentaron rupturas de uniones con ninguna de las 2 variedades ensayadas (cuadro 3). Dichos 11 clones se están ensayando con otras variedades, a fin de continuar el estudio sobre su posible utilización como patrones para albaricoquero.

RESUMEN

Se refiere el origen, selección por aptitud a la propagación por estaquilla leñosa y ensayos de compatibilidad con variedades de ciruelo y albaricoquero, de 26 clones de ciruelo mirobolán (*Prunus cerasifera* Ehrh.) en vías de selección en la Estación Experimental de Aula Dei.

REFERENCIAS

- DUQUESNE, J.
1969 Etude de la compatibilité de greffe de quelques cultivars de *Prunus Armeniaca* (Koehne) sur divers types de *Prunus*. I. Compatibilité des cultivars «Canino» et «Rouge du Roussillon» sur divers clones de «*Prunus cerasifera*» (EHRH) et hybrides interspécifiques. *Ann. Amélior. Plantes*, **19** (4): 419.41.
- GLENN, E. M.
1961 Plum rootstock trials at East Malling. *J. Hort. Sci.*, **36** (1): 28-39.
- GUERIN, C.
1970 Contribution a l'étude histologique et biochimique de l'incompatibilité au greffage de l'abricotier sur le prunier; utilisation des resultats pour la recherche d'un test de sélection précoce des porte-greffes de l'abricotier. *Thèse Faculté Sciences Bordeaux*.

HERRERO, J.

- 1951 Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. *J. Hort. Sci.*, **26**: 186-237.
- 1961 L'abricot en Espagne. Journées Nationales de L'Abricotier, Perpignan, 20-2.
- 1962 Incompatibilidad entre patrón e injerto. V. Variedades de ciruelo injertadas sobre Mirobolán B. *An. Aula Dei.*, **7** (1-2): 56-63.
- 1968 Manifestations physiques et histologiques de l'incompatibilité. Table Ronde sur les problèmes d'incompatibilité lors du greffage de plants ligneux, Gembloux, 7-24.

HERRERO, J., ITURRIOZ, M.

- 1971 Variedades de ciruelo en España. *An. Aula Dei.*, **11** (1-2): 165-99.

HILTON, R. J.

- 1939 Studies in budding and grafting, with special reference to graft unions and growth on nursery and established trees. Thesis Univ. London.

MOSSE, B.

- 1960 Graft incompatibility in plums; observations on a tenyear-old field trial. *J. hort. Sci.*, **35**: 260-5.

TABUENCA, M. C., HERRERO, J.

- 1966 Incompatibilidad entre patrón e injerto. VII. Variedades de albaricoquero injertadas sobre Mirobolán B. *An. Aula Dei.*, **8** (1-2): 177-86.

Influencia del pH, potencial de ataque, y naturaleza del substrato, en la alteración hidrotermal de rocas

por J. AGUILAR RUIZ y J. IÑIGUEZ HERRERO

Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada, y
Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra

Recibido el 25 - II - 73

A B S T R A C T

AGUILAR RUIZ, J. and J. IÑIGUEZ HERRERO. — Influence of pH, redox potential and nature of substrate on the weathering. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): 17-28. An experimental study has been made in the laboratory on two rocks of different petrographic nature, under acid conditions, in order to show the possible influence of pH and redox potential on the weathering. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): 17-28.

INTRODUCCION

En trabajos anteriores (PEDRO e IÑIGUEZ, 1967; PEDRO, 1969) se estudió el comportamiento geoquímico de diversas rocas —traquian-desita, serpentinita, marga— con soluciones acéticas de pH 2,5 y 3. La evolución geoquímica aparecía condicionada por la composición de la roca, de forma que existe pérdida relativa de sesquióxidos en las rocas ácidas, y enriquecimiento en las más básicas, para los dos valores del pH de ataque utilizados. En el presente trabajo pretendemos estudiar la influencia de valores más bajos de pH, 2,3

sobre la movilidad de los sesquióxidos, ya que debe existir un límite, a partir del cual emigren, con independencia de la basicidad del sustrato.

Igualmente es interesante conocer la posible variación dinámica del hierro en función de distintos valores del potencial de oxidación del medio de ataque. Por ello, hemos empleado los ácidos acético y fórmico. Por otra parte, dado que en los trabajos anteriores se había utilizado únicamente ácido acético, la comparación con el ataque fórmico nos permitirá conocer si existe alguna especificidad relativa, que demostraría la importancia del anión, o si el factor condicionante es sólo el pH.

MATERIAL Y METODOS

Serpentina. Procede de Alora. De color verde oscuro, con zonas rojizas debidas al óxido de hierro. El análisis químico (cuadro I), señala un contenido en serpentina elevado. Al microscopio, aparecen fibras de crisotilo y escamas hojosas de antigorita abundantes.

Tonalita (diorita cuarcífera). Procede de Despeñaperros. Al microscopio, las plagioclasas con frecuencia están zonadas, y dada la diferencia en sus características ópticas, ofrecen composición variable del núcleo a la periferia. Presentan inclusiones frecuentes de cuarzo y biotita. Fuertemente anubarradas, con maclas de la albita frecuentes, y escasas de periclina. La biotita, de color pardo oscuro, es fuertemente pleocroica con inclusiones de circón. Sus cristales son idiomorfos. El cuarzo es alotriomorfo, intersticial, y con frecuencia presenta extinción ondulante. Como accesorios, muy escasos, cirón y aureolas de magnetita alrededor de la mica. Su composición química (cuadro I), nos permite obtener la composición mineralógica aproximada. En primer lugar, todo el sodio y el calcio, se combina con aluminio y sílice, para formar la plagioclasa, a la que corresponde la fórmula $(\text{Si}_{2,53} \text{Al}_{1,47} \text{O}_8) \text{Ca}_{0,46} \text{Na}_{0,54}$, siendo por tanto andesina (Ab 53,5 %, An 0,54). A continuación, todo el potasio, junto con hierro, magnesio y titano, y el resto del aluminio, se calcula como biotita, dando como fórmula $\text{K}_2 (\text{Mg}_{3,3} \text{Re}_{1,7}, \text{Ti}_{0,70}) (\text{Si}_{5,9}, \text{Al}_{2,1} \text{O}_{20}) (\text{OH})_4$, sin duda solo aproximada, porque parte del

hierro, y posiblemente del titanio, no forman parte de la mica. El resto de la sílice se calcula como cuarzo. La composición mineralógica centesimal resultante corresponde a una tonalita (cuadro I).

CUADRO 1.—*Composición química y mineralógica de las rocas originales.*

	<i>Tonalita</i>	<i>Serpentinita</i>	<i>Tonalita</i>	
SiO ₂	60,60	39,42	Cuarzo	21,6
TiO ₂	2,22	—	Biotita	16,5
Al ₂ O ₃	18,88	0,75	Plagioclasa	61,9
Fe ₂ O ₃	4,68	8,17	<i>Serpentinita</i>	
MgO	2,22	37,32		
CaO	5,33	0,15	Serpentina	91,83
Na ₂ O	3,40	0,21	Hematites	8,17
K ₂ O	3,17	0,04		
H ₂ O	—	13,90		

De las dos rocas se tomaron muestras que se redujeron a fragmentos de dos milímetros. La cantidad inicial tomada para los dos ataques, fueron 70 g. de tonalita y 55 g. de serpentinita.

Las muestras se dispusieron en un Soxhlet, percolando cada hora, un volumen de 75 c.c. El pH de ataque del tratamiento acético era de 2,3 y de fórmico 2,7. Los potenciales de ataque, medidos en el cartucho de extracción, eran respectivamente 500 y 265 mV, que se eleva a medida que el ataque progresa, a 600 y 400 mV. En medio acético, el potencial y pH corresponden al equilibrio entre ion ferroso e hidróxido férrico, que puede desplazarse en el sentido de la precipitación del hidróxido, dada su insolubilidad. En medio fórmico, la forma estable es el ion ferroso, según (CHARLOT, 1954).

El ataque se prolongó durante dos mil horas para la tonalita y mil doscientas para la serpentinita.

Cada veinte horas se recogían y analizaban los líquidos percolados, uniendo los correspondientes a dos extracciones, al final del ensayo, cuando el residuo sólido era pequeño.

RESULTADOS Y DISCUSION

Existe una diferencia notable entre la agresividad de los dos

ácidos empleados (cuadro II), que puede deberse a la diferencia de pH, ya que la variación en $[H^+]$ es considerable.

CUADRO 2.

	Tonalita		Serpentinita	
	Acético	Fórmico	Acético	Fórmico
pH de ataque	2,3	2,7	2,3	2,7
% de extracción	16,6	6,8	57	16
Volumen lixiviado (l)	168	160	100	114
Concentración del lixiviado mg/litro	71,0	29,5	312	80

La distinta conducta entre las dos rocas está de acuerdo con datos anteriores; el ataque ácido es tanto más eficaz, cuanto mayor sea la basicidad de la roca (PEDRO e IÑIGUEZ, 1967).

Las curvas acumulativas del material exportado (fig. 1) son normales para tres de los ataques: el primer tramo es prácticamente recto, hasta valores muy elevados, en que una inflexión marca un nuevo ritmo, punto que sólo se alcanza aquí para serpentinita-acético (PEDRO, 1969). En el comportamiento de la serpen-

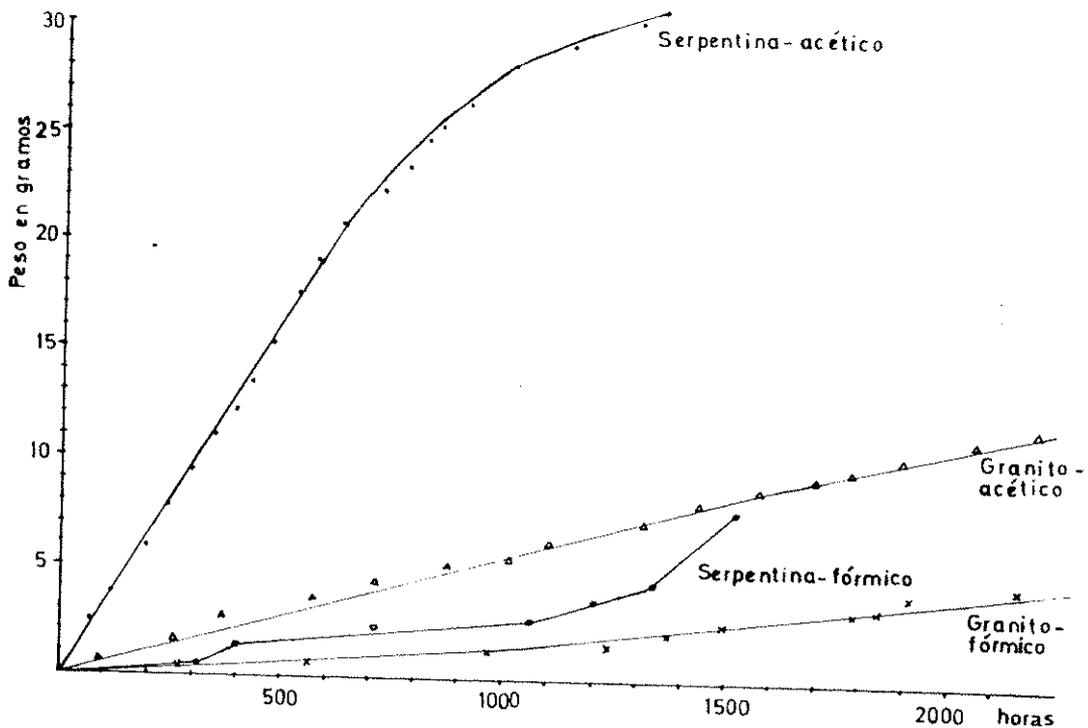


FIG. 1. Curvas acumulativas del material exportado.

tinita, en el caso del ataque fórmico, se aprecian dos ritmos distintos, que podrían indicar fases diversas del ataque.

EVOLUCION GEOQUIMICA

Tonalita. Todos los elementos se eliminan, y con intensidad fuerte, durante la alteración, aunque las proporciones sean muy variables. Destaca el hecho de que la sílice se elimina en la misma proporción, e incluso mayor, que elementos tan solubles como sodio y potasio (cuadro III). La conducta de este último, como veremos, es muy específica.

CUADRO 3.—Porcentaje extraído por los dos medios de ataque.

	Tonalita		Serpentinita	
	Acético	Fórmico	Acético	Fórmico
SiO ₂	10,6	7,5	40,4	14,1
Al ₂ O ₃	32,5	9,8	100	3,5
Fe ₂ O ₃	53,1	16,8	32,2	24,2
TiO ₂	11,3	2,5	—	—
CaO	17,7	5,9	100	100
MgO	36,0	21,6	68,7	24,8
K ₂ O	8,6	5,1	100	100
Na ₂ O	9,2	9,6	100	100

En los dos ataques los parámetros molares Si O₂/Fe₂ O₃ aumentan progresivamente en los residuos de la alteración. La sílice se exporta menos que el hierro, y por tanto se acumula relativamente. La diferencia de intensidad en la eliminación de hierro es notable; el ataque acético es mucho más eficaz en su lixiviación (fig. 2).

El aluminio sigue una conducta distinta, según sea el medio de ataque. En medio acético, su conducta es paralela a la del hierro. En medio fórmico la relación Si O₂/Al₂ O₃ disminuye ligeramente (exportación menor de aluminio que de sílice), para alcanzar el valor original de la roca sin alterar.

Los parámetros Si O₂/Ca O y Si O₂/Mg O aumentan de la misma

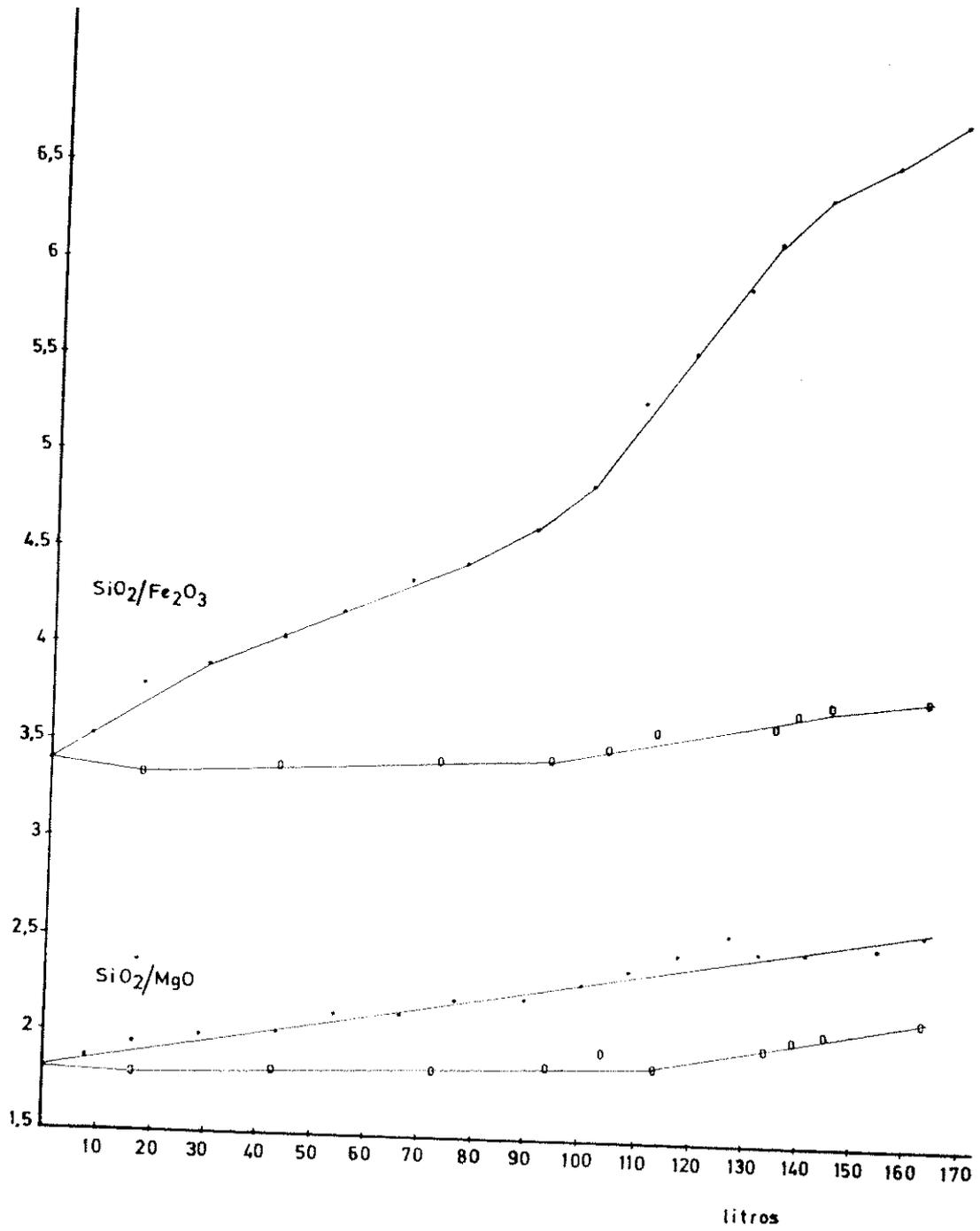


FIG. 2. Parámetros molares $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ y SiO_2/MgO para los procesos tonalita-acético (punto) y tonalita-fórmico (círculos).

forma, aunque en proporción pequeña, manteniéndose para el calcio casi constante, pero no ocurre lo mismo para $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ y $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$. La variación es mínima, y disminuye siempre para el potasio, mientras que los ataques acético y fórmico señalan conductas dispares para el sodio, con exportación o acumulación residual muy limitada (cuadro V).

Con respecto a la conducta específica de cada mineral, podemos obtener información estudiando las variaciones de determinadas relaciones molares.

CUADRO 4.— *Composiciones finales calculadas a partir de los líquidos lixiviados.*

	Tonalita			Serpentinita		
	Composición inicial	Composición final		Composición inicial	Composición final	
		Acético	Fórmico		Acético	Fórmico
SiO_2	60,60	65,5	61,4	45,42	58,1	47,5
Al_2O_3	18,18	15,4	18,4	0,81	—	0,8
Fe_2O_3	4,68	2,6	4,2	9,62	13,7	10,7
TiO_2	2,22	2,3	2,3	—	—	—
CaO	5,33	5,3	5,3	0,17	—	—
MgO	2,22	1,7	1,9	43,70	28,2	41,0
K_2O	3,17	3,5	3,2	0,05	—	—
Na_2O	3,40	3,7	3,3	0,23	—	—

La relación $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$, si los dos elementos emigran con la misma facilidad, debe permanecer prácticamente constante, como se puede comprobar en el cuadro V, ya que están integrados en la misma estructura, y su liberación será conjunta.

Si como hemos supuesto todo el magnesio procede de la biotita, y el calcio de la plagioclasa, la relación CaO/MgO nos permitirá conocer la velocidad relativa de ataque de ambos minerales. En los dos ataques aumenta ligeramente, lo que significa una alteración escasamente más rápida de la biotita que de la plagioclasa (fig. 3).

Si para un mismo mineral dos de sus elementos constituyentes muestran variación en su relación molar a lo largo del ataque, debemos deducir que alguno se fija en el residuo, concentrándose relativamente.

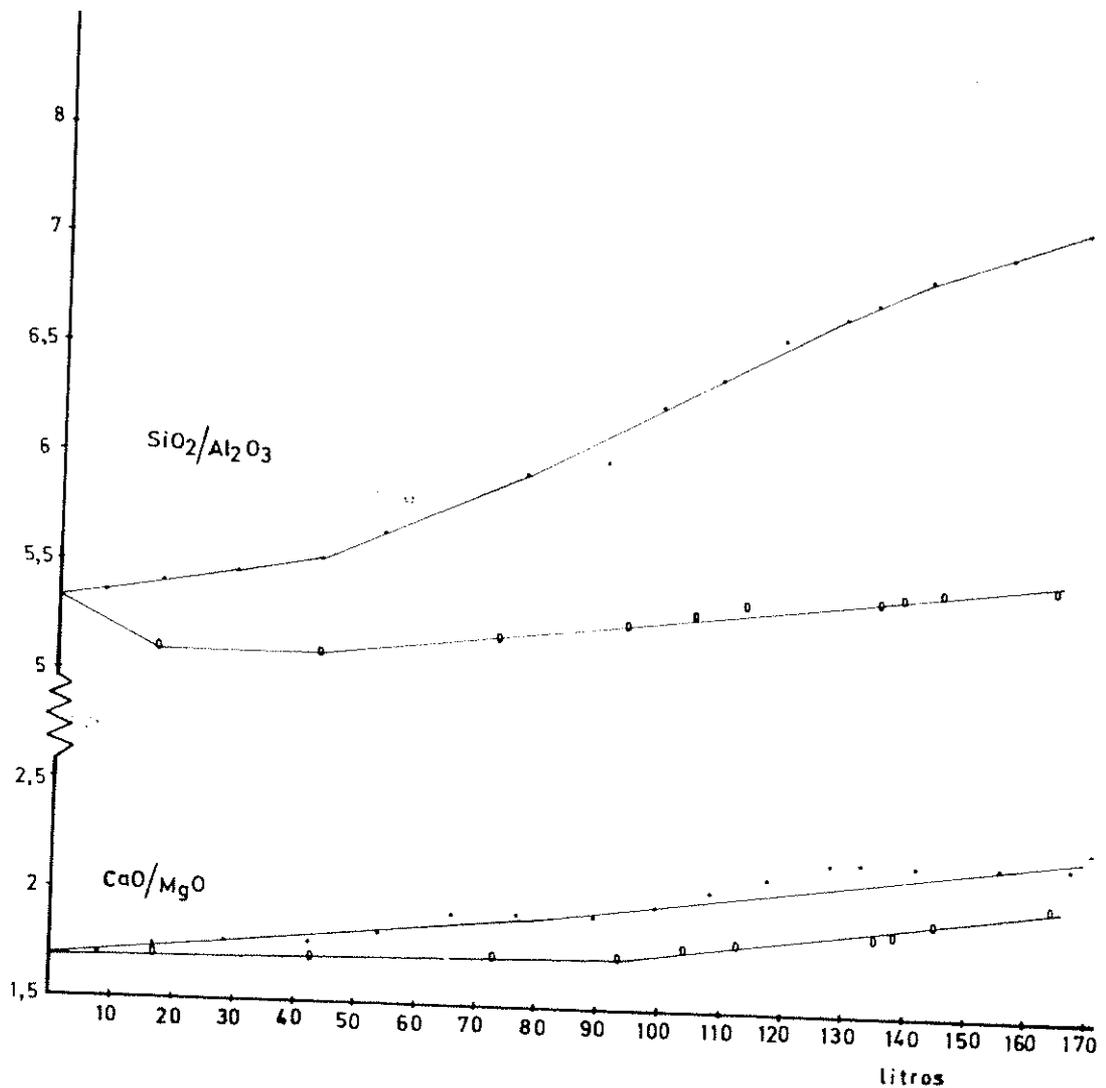


FIG. 3. Parámetros molares SiO_2/Al_2O_3 y CaO/MgO para los procesos tonalita-acético (puntos) y tonalita fórmico (círculos).

En la mica, Fe_2O_3/MgO puede ser significativo de un proceso de este tipo. Para el ataque acético desciende de forma gradual, indicando una eliminación más rápida del hierro que del magnesio. En el ataque fórmico aumenta ligeramente. Los dos tipos de ataque no son por tanto idénticos en cuanto al comportamiento del hierro, siendo el acético más eficaz en su eliminación (fig. 4). Sin duda, esta diferencia puede estar condicionada por el distinto potencial de oxidación. Pero este factor no es el único que interviene. Las relaciones SiO_2/Al_2O_3 aumentan en los dos casos, pero de forma más

CUADRO 5.— *Relaciones molares.*

	<i>Tonalita</i>			<i>Serpentinita</i>		
	<i>Inicial</i>	<i>Final</i>		<i>Inicial</i>	<i>Final</i>	
		<i>Acético</i>	<i>Fórmico</i>		<i>Acético</i>	<i>Fórmico</i>
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5,34	7,11	5,47	93,5		88,5
SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	33,92	65,49	37,84	12,4	11,2	11,3
SiO ₂ /CaO	10,39	11,40	10,43			
SiO ₂ /MgO	18,1	25,6	21,34	6,67	13,69	7,71
SiO ₂ /K ₂ O	29,6	28,98	28,86			
SiO ₂ /Na ₂ O	18,05	17,95	18,56			
Fe ₂ O ₃ /MgO	0,53	0,38	0,55	0,055	0,12	0,063
CaO/MgO	1,70	2,19	2,01			
Na ₂ O/CaO	0,58	0,63	0,56			
K ₂ O/MgO	0,59	0,86	0,70			
K ₂ O/Fe ₂ O ₃	1,13	2,33	1,38			

destacada para el acético, que parece ser un agente más eficaz de movilización de hierro y aluminio, que el fórmico. Los valores del cuadro III (% lixiviado) muestran que las cantidades de hierro y aluminio movilizadas, en comparación con la sílice, son siempre considerablemente menores para el tratamiento fórmico que para el acético. Esto significa que la sílice se extrae mejor en medio fórmico que acético.

La conducta del potasio en relación con hierro y magnesio, todos ellos elementos constitutivos de la biotita, es muy peculiar.

Los cocientes K₂O/MgO y K₂O/Fe₂O₃ aumentan en ambos tratamientos, es decir, el magnesio y el hierro se eliminan en mayor proporción que el potasio (cuadro V), y en igual proporción que la sílice (fig. 4). Ya que no parece lógico suponer la formación de ningún compuesto insoluble, para que se fije el potasio, quedando inmovilizado, sería preciso admitir una absorción, como ya indicábamos en trabajos anteriores (IÑÍGUEZ, 1971).

Serpentinita. La diferencia de los dos medios de ataque, en cuanto al tanto por ciento extraído, es muy marcada (cuadro III).

El ataque acético, no solamente ha exportado el magnesio y sílice en proporción notable, sino que ha movilizado todo el aluminio y los restantes elementos minoritarios de forma total, y la tercera parte del hierro. La dinámica general del proceso corresponde a una acumulación relativa de hierro en el residuo, junto con sílice libre, que queda inmovilizada. El comportamiento del hierro es inverso

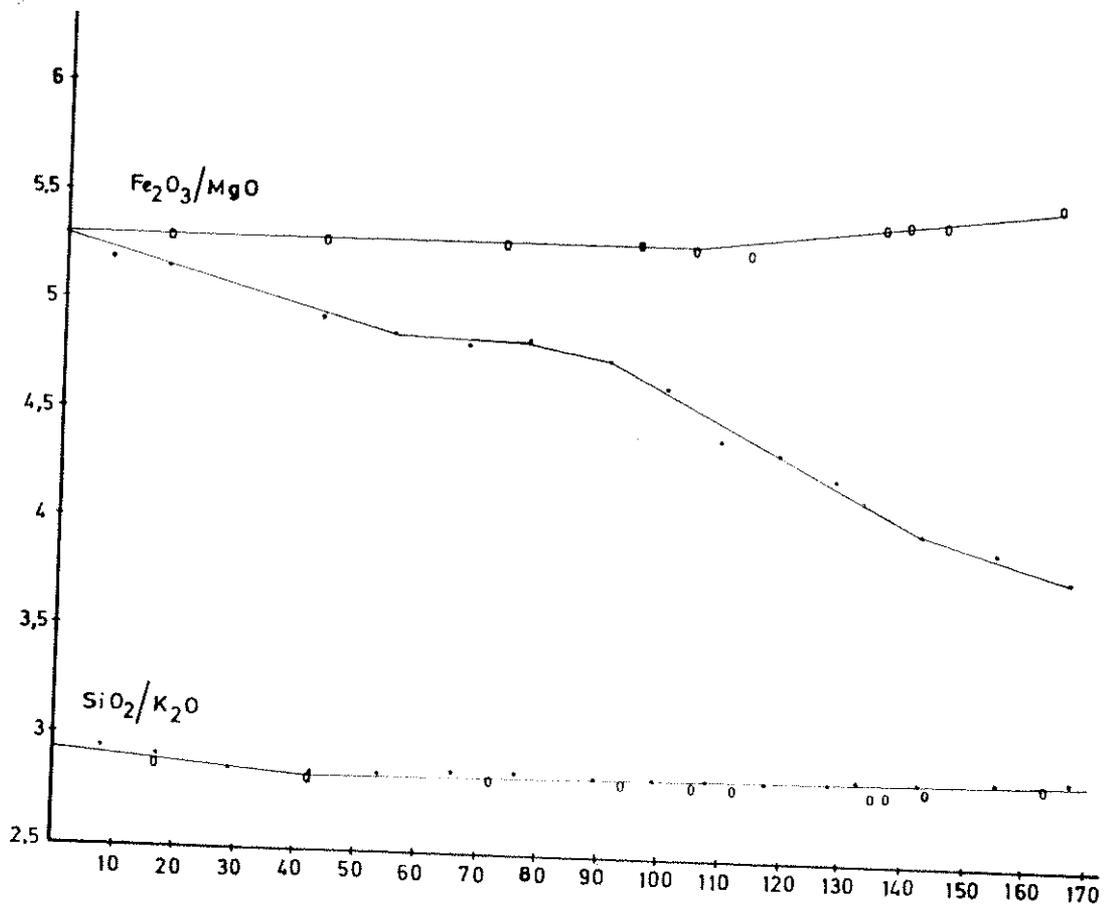


Fig. 4. Parámetros molares SiO_2/K_2O y Fe_2O_3/MgO para los procesos tonalita-acético (puntos) y tonalita fórmico (círculos).

al encontrado en la tonalita. El ataque es intenso, ya que se destruyen las tres cuartas partes de la antigorita original (expresado por el tanto por ciento de eliminación de magnesio).

El ataque fórmico, menos eficaz desde un punto de vista cuantitativo, es distinto cualitativamente.

La acumulación relativa de sílice y eliminación de magnesio presenta características idénticas: los porcentajes extraídos están en la misma proporción, aunque su valor total sea menor (cuadro III).

La diferencia más marcada es el comportamiento de los sesquióxidos. El hierro se elimina proporcionalmente menos, acumulándose en el residuo de forma más acusada. Y el aluminio se acumula en el residuo, de forma que la relación SiO_2/Al_2O_3 dis-

minuye en vez de aumentar a medida que el ataque progresa (cuadro V).

El hierro se acumula en forma relativa en el residuo con más intensidad en este ataque. El aluminio se concentra en el residuo en lugar de eliminarse, como ocurría en medio acético. Hemos de suponer que es el pH del medio de ataque, más elevado para el ácido más débil y la roca básica, el causante de esta diferencia.

*Influencia de la distinta naturaleza del sustrato
y diversas características de los medios de ataque*

Parámetro $\text{Si O}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$. Su variación es distinta para las dos rocas, aumentando en la tonalita y disminuyendo en la serpentinita a medida que el proceso de destrucción avanza. No parece tener influencia el distinto potencial de oxidación, sino únicamente el pH topoquímico de ataque, más elevado en el caso de la roca básica (PEDRO e IÑÍGUEZ, 1967).

Parámetro $\text{Si O}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Aumenta en los medios de ataque más ácidos (tonalita y serpentina-acético), disminuyendo únicamente para serpentina-fórmico, de características más básicas. En trabajos anteriores el aluminio se acumulaba para una roca similar, con ataque acético, a pH 2,5 y 3. En el presente tratamiento su eliminación a pH 2,3 parece indicar un límite de acidez, por debajo del cual el aluminio se moviliza. Estamos en la zona de precipitación del hidróxido de hierro, y permanencia del aluminio en forma catiónica (CHARLOT, 1954).

Parámetro $\text{Re}_2\text{O}_3/\text{Mg O}$. Aumenta en todos los casos, con excepción de tonalita acético, en que disminuye de forma apreciable. El magnesio es por tanto más móvil que el hierro, con la excepción del caso en que coinciden la roca y el medio más ácidos. Ya que el magnesio es un elemento que emigra con facilidad, el hecho de que el hierro pueda superarle en movilidad, o ser más fijo, recalca la importancia de las variaciones de pH, aunque sean pequeñas, sobre la eliminación de los sesquióxidos. No hay influencia, por tanto, de los potenciales de oxidación de los medios empleados sobre la conducta del hierro.

Desde el punto de vista de la evolución edáfica, la tonalita sufre una evolución que podemos caracterizar como podsolizante, con eliminación de todas las bases y acumulación relativa de sílice.

En el caso de la serpentinita, la acumulación de sesquióxidos en el ataque fórmico corresponde a un proceso de tipo farralítico. El ataque acético, con acumulación de hierro y eliminación del aluminio, correspondería a la formación de un suelo ferruginoso tropical, que precisaría un pH extremadamente ácido (PEDRO e IÑIGUEZ, 1967).

REFERENCIAS

- PEDRO, G. E IÑIGUEZ, J.
1967 Recherches sur le role de la roche mère dans l'altération provoquée en conditions acides. *Science du sol*, 1,93-111.
- PEDRO, G.
1969 Contribution a l'etude experimentale de l'alteration géochimique des roches cristallines. Paris.
- IÑIGUEZ, J.
1971 Alteración hidrotermal de arenisca y ofita. *Anales de Edafología y Agrobiología*, XXX, 493-499.
- CHARLOT, G.
1954 Química Analítica Cualitativa. Madrid.

Praderas cultivadas en el regadío

por M. HYCKA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 5 - III - 73

ABSTRACT

HYCKA M. 1973. — Irrigated Pastures. *An. Aula Dei*, **12** (1): 29-39.

The hay production of seven mixtures of grasses and legumes grown on the irrigated land of the Ebro valley (Spain), is compared with the hay production of alfalfa. The mixture formed by orchard-grass (*Dactylis glomerata*), perennial rye-grass (*Lolium perenne*), Ladino clover (*Trifolium repens*, Ladino), and red clover (*Trifolium pratense*), has proved to be the most productive and better adapted to the local conditions of soil and climate.

This mixture is recommended for the long-term pastures, and the one formed by orchard-grass and red clover for the short-term ones.

When introduced on the irrigated land, the forage resources of the region will be completed.

INTRODUCCION

El desarrollo ganadero que ha emprendido España en estos últimos años requiere una rápida movilización de recursos forrajeros de toda clase y condición. Sin este requisito la producción ganadera no podrá adquirir el auge que de ella se espera.

Muchos de nuestros terrenos, por otro lado, sobre todo los de los nuevos regadíos, no producen de acuerdo con sus posibilidades, porque sus suelos son poco fértiles.

Existe, por lo tanto, una urgente necesidad de mejorar su fertilidad y aumentar, con ello, su potencial productivo.

Praderas artificiales cultivadas en semejantes terrenos e introducidas dentro de un adecuado sistema de alternativas, pueden contribuir grandemente a la solución de ambos problemas.

Además de producir considerables cantidades de forraje, tales praderas ejercen beneficiosa influencia sobre la fertilidad del suelo. No hay que olvidar, por otro lado, que una pradera artificial, sobre todo la politípica, puede aprovecharse también directamente a diente, por los animales en pastoreo, lo cual permite ahorrar mano de obra, maquinaria de siega y transporte de forraje e instalaciones para su conservación. Conviene añadir a lo dicho que los animales en pastoreo dejan sobre el suelo, en forma de excrementos sólidos y líquidos, hasta un 75 % del forraje consumido, lo cual también contribuye enormemente a la restauración de su fertilidad.

Teniendo en cuenta estas consideraciones hemos planteado, en el regadío de la Estación Experimental de Aula Dei, diversos ensayos de "Praderas de regadío", cuya finalidad es la de hallar las más productivas y mejor adaptadas a las condiciones locales de clima y suelo. Los ensayos comenzaron en el año 1967; en el presente trabajo ofrecemos los resultados del primero de ellos.

MATERIAL Y METODOS

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en diversos ensayos anteriores, los posibles modos de aprovechamiento de las praderas (1) y asimismo las recomendaciones de otros técnicos e investigadores, se ha decidido probar, en el ensayo comentado, las combinaciones de especies pratenses, resumidas en el Cuadro 1.

La semilla utilizada se adquirió en el comercio, sin especificación de variedades.

A la alfalfa Aragón, cuyo cultivo resulta muy conocido en la

(1) Praderas a base de *Trifolium pratense* son más apropiadas para la siega, mientras que las formadas por *Trifolium repens* se adaptan mejor al pastoreo.

CUADRO 1. — *Mezclas ensayadas.*

Especies y variedades	Mezclas y densidad de siembra en kg/ha.							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Medicago sativa, Aragón	20,0	—	—	—	—	—	—	—
Lolium perenne	—	—	25,0	—	25,0	12,5	12,5	12,5
Dactylis glomerata	—	20,0	—	20,0	—	10,0	10,0	10,0
Trifolium repens, Ladino	—	—	5,0	5,0	—	5,0	—	2,0
Trifolium pratense	—	7,5	—	—	7,5	—	7,5	3,0
	20,0	27,5	30,0	25,0	32,5	27,5	30,0	27,5

Cuenca Media del Ebro, donde se halla ubicada la Estación Experimental de Aula Dei, se le dio carácter de planta testigo.

El ensayo fue sembrado el día 10 de octubre de 1967; estaba localizado en el regadío de la zona denominada "San Bruno", sobre suelos de terraza, de tipo pardo con costra caliza.

Antes de la siembra, el terreno fue abonado a razón de 500 kg/Ha. de superfosfato de cal, 300 kg/Ha. de cloruro potásico y 250 kg/Ha. de sulfato amónico.

Se utilizó el diseño de Cuadrado Latino 8×8 , parcelas de $5,5 \times 3,5$ m. y pasillos de 0,7 m. de anchura.

Todas las parcelas recibieron cuidados culturales propios de este tipo de cultivos, o sea, frecuentes riegos, abonado invernal en cobertera (a razón de 400 kg/Ha. superfosfato de cal) y gradeo también invernal con grada de púas.

Entre los meses de mayo y octubre de 1968, todas las parcelas se cortaron cuatro veces; durante los años 1969 y 1970 las praderas politépicas se cortaron tres veces por año y la alfalfa cinco veces, si bien para simplificar los cálculos, los cortes 1.º y 2.º de esta planta se consideran como uno solo, lo mismo que el 4.º y el 5.º.

Las parcelas se segaron con guadaña mecánica; se dejó el forraje que se secara al sol para pesarlo en una báscula romana. Los últimos rebrotes otoñales se aprovecharon a diente, por un rebaño de ovejas.

El ensayo se dio por concluido tras el último corte del año 1970. La gran agresividad de *Trifolium repens*, que comenzó a invadir fuertemente todas las parcelas del ensayo aconsejó interrumpirlo, ya que, por esta causa, las praderas comenzaron a volverse totalmente desequilibradas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros números 2, 3 y 4 presentamos las producciones de heno obtenidas, en las diversas praderas y en distintos cortes, durante los años 1968, 1969 y 1970; en el número 5 se resume la producción total de los tres años y se calcula la media anual de las mezclas ensayadas.

CUADRO 2.— *Producción de heno obtenida durante el año 1968.*

Núm. de orden	Clase de pradera	Kg. de heno por Ha. y corte				Total del año
		1er corte	2.º corte	3er corte	4.º corte	
1	Dactylis glomerata; Trifolium pratense	4.088	5.953	4.976	4.270	19.287
2	Lolium perenne Trifolium pratense	2.327	6.415	5.220	3.901	17.863
3	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense Trifolium repens	3.963	5.672	5.303	2.199	17.047
4	Medicago sativa	2.997	5.012	4.238	4.223	16.470
5	Dactylis glomerata Trifolium repens	2.680	3.797	3.615	3.610	13.702
6	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense	1.953	4.135	4.031	3.485	13.604
7	Lolium perenne Trifolium repens	2.077	3.896	3.875	3.314	13.162
8	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium repens	758		3.672	3.444	11.770
9	Diferencias significativas:					
	Nivel 1 %	467	51	571	57	1.205
	Nivel 5 %	581	415	768	467	1.667

Como puede deducirse de estos resultados, las producciones de algunas de las combinaciones ensayadas son claramente superiores a la de alfalfa, cultivo tradicional y ampliamente conocido en toda la Cuenca Media del Ebro.

CUADRO 3.— *Producción de heno obtenida durante el año 1969.*

Núm. de orden	Clase de pradera	Kg. de heno por Ha. y corte			Total del año
		1er corte	2.º corte	3er corte	
1	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense Trifolium repens	5.496	4.259	9.381	19.136
2	Lolium perenne Trifolium repens	8.270	5.090	4.135	17.495
3	Dactylis glomerata Trifolium pratense	8.244	5.361	3.740	17.345
4	Medicago sativa	7.485	4.561	4.166	16.212
5	Lolium perenne Trifolium repens	4.987	3.511	3.470	11.968
6	Dactylis glomerata Trifolium repens	4.524	3.823	3.615	11.962
7	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense	4.192	3.080	3.859	11.131
8	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium repens	5.350	3.179	3.132	11.661
	Diferencias significativas:				
	Nivel 1 %	1.096	467	680	992
	Nivel 2 %	1.470	581	909	1.283

Esto indica que las posibilidades de las praderas artificiales en los regadíos de esta zona son enormes, máxime si tenemos en cuenta que pueden aprovecharse tanto a guadaña (forraje verde, heno, silo) como directamente a diente. En otros ensayos ya se pudo comprobar que la alfalfa no resistía al pastoreo; su ensilaje presenta, por otro lado, ciertas complicaciones que no ocurren en el caso del forraje de praderas polítípicas. De manera que, en muchos casos, la pradera artificial polítípica puede presentar ventajas sobre la alfalfa y hasta sustituirla con éxito. Teniendo, no obstante, en cuenta la urgente necesidad de la movilización de recursos forrajeros de la zona, la posibilidad de la introducción de praderas artificiales entre los cultivos de los regadíos, debería considerarse principalmente como complemento de los ya existentes y como sustituto

de los poco rentables y esquilmanes del suelo, tales como por ejemplo los cereales que aún ocupan grandes extensiones de los regadíos de la mencionada Cuenca Media del Ebro.

CUADRO 4. — *Producción de heno obtenida durante el año 1970.*

Núm. de orden	Clase de pradera	Kg. de heno por Ha. y corte			Total del año
		1er corte	2.º corte	3er corte	
1	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense Trifolium repens	6.187	4.961	3.828	14.976
2	Dactylis glomerata Trifolium repens	5.511	3.361	2.483	11.355
3	Lolium perenne Trifolium repens	5.719	3.220	2.209	11.148
4	Dactylis glomerata Trifolium pratense	6.088	3.246	1.771	11.105
5	Medicago sativa	5.366	3.288	1.792	10.446
6	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense	5.158	3.002	2.181	10.341
7	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense	5.179	2.275	2.322	9.776
8	Lolium perenne Trifolium pratense	4.701	2.379	1.179	8.259
	Diferencias significativas:				
	Nivel 1 %	732	207	732	1.096
	Nivel 5 %	981	280	1.184	1.470

En cuanto a la elección de la mezcla más adecuada parece que la compuesta por dos gramíneas (*Dactylis glomerata*, *Lolium repens*) y dos leguminosas (*Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, Ladino), da los mejores resultados, sobre todo si se tiene en cuenta su duración. Esta mezcla resulta asimismo muy apropiada para el pastoreo.

De las demás combinaciones ensayadas, durante los dos primeros años se mostraron más productivas las que contenían *Trifolium pratense*; durante el tercer año su lugar fue ocupado por las que se basaban en el *Trifolium repens*. Este hecho encuentra su expli-

CUADRO 5.—Resumen de la producción de los tres años.

Núm. de orden	Clase de pradera	Kg. de heno por Ha. y año			Total de tres años	Media anual
		1968	1969	1970		
1	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense Trifolium repens	17.047	19.136	14.976	51.159	17.053
2	Dactylis glomerata Trifolium pratense	19.287	17.345	11.105	47.737	15.912
3	Lolium perenne Trifolium pratense	17.863	17.495	8.259	43.617	14.539
4	Medicago sativa	16.470	16.212	10.448	43.138	14.376
5	Dactylis glomerata Trifolium repens	13.702	11.962	11.355	37.029	12.343
6	Lolium perenne Trifolium repens	13.162	11.968	11.148	36.278	12.093
7	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium repens	13.604	11.131	10.341	35.083	11.694
8	Lolium perenne Dactylis glomerata Trifolium pratense	11.770	11.661	9.776	33.207	11.069
	Diferencias significativas:					
	Nivel 1 %	1.205	997	1.096	—	—
	Nivel 5 %	1.667	1.183	1.470		

cación en la duración y en la agresividad de ambas especies. *Trifolium pratense*, como planta de corta persistencia, muestra un rápido ritmo de crecimiento precisamente durante los primeros años de su vida, con lo cual su contribución a la producción total resulta muy significativa. *Trifolium pratense*, crece, a su vez, al principio con gran lentitud y sólo a partir del segundo año se nota su presencia a la pradera. Desde entonces y gracias a su fuerte agresividad, ayudada eficazmente por el carácter calcáreo del suelo, y por la no intervención del ganado (1) compite favorablemente con las gramíneas y aún con otras especies. Estos fueron precisamente los fenómenos que se observaron en el ensayo, objeto del presente trabajo. A finales del tercer año del ensayo, *Trifolium*

(1) El ganado suele frenar la agresividad de *Trifolium repens*.

Figs. 1, 2, y 3. Varios aspectos del ensayo comentado en el presente trabajo.





pratense, prácticamente, había desaparecido, mientras que *Trifolium repens* lo dominaba todo. Esto explica también la mayor estabilidad de la producción anual de la pradera compuesta por las cuatro especies frente a las demás; el trébol violeta (*T. pratense*) asimismo muy competitivo, impidió que el blanco (*Trifolium repens*) se adueñara de la mezcla y así las gramíneas pudieron contribuir, de manera significativa, a la producción total también durante el tercer año del ensayo, cuando la producción de las demás mezclas, pero sobre todo de las que contenían *Trifolium pratense*, experimentó un fuerte descenso.

Por último, indican los resultados obtenidos que las combinaciones menos productivas fueron, en este ensayo, las formadas por dos gramíneas (*Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*) y una leguminosa (*Trifolium pratense* o *Trifolium repens*). Este hecho creemos que fue debido al fuerte predominio de las gramíneas durante los dos primeros años del ensayo en el caso de mezclas con *Trifolium repens* y durante los tres años en el caso de las mezclas con *Trifolium pratense*.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el apartado anterior y también los datos procedentes de la bibliografía consultada, que se cita al final, se sacan las siguientes conclusiones:

- a) En los regadíos de la Cuenca Media del Ebro existen grandes posibilidades de cultivo de praderas artificiales politípicas que pueden contribuir eficazmente a la movilización de recursos forrajeros de la zona, tan indispensables para el desarrollo de la ganadería.
- b) Las mezclas más apropiadas para las praderas de larga duración y con posibilidades de aprovechamiento a diente son las formadas por ray-gras inglés (*Lolium perenne*), dactilo (*Dactylis glomerata*), trébol violeta (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*).
- c) Cuando se trata de praderas de sólo dos años de duración y cuyo destino principal es la siega, la mezcla anterior puede sustituirse por la formada por dactilo (*Dactylis glomerata*) y trébol violeta (*Trifolium pratense*).
- d) Todas las combinaciones de especies deben basarse en variedades más idóneas y mejor adaptadas a las condiciones locales de clima y suelo y debe buscarse asimismo un perfecto y persistente equilibrio entre gramíneas y leguminosas. Estos extremos precisan, no obstante, de nuevas investigaciones más minuciosas y más completas.

REFERENCIAS

- ANÓNIMO
1969 Praderas artificiales en Navarra. Diputación Foral de Navarra. Div. Agr. y Ganad., 40
- ARNON, J.
1954 Paturages irrigués en Israel. Compte rendu 1:35, serie 1953. Sta. Rech. Agronomiques, 1:8. Rehobot, Israel.
- DAVIES, W.
1966 Pasture science and the spanish scene. *An. Edaf. Agríob. del C.S.I.C.* T. XVII (1-4): 421-429.
1966 The Grasslands of Spain. *Rep. Min. Agr. C.S.I.C. y Brit. Coun.*, Madrid, 1966.

KELLOG, CH. E.

1948 Grass and the soil. *Yearbook of Agr. U.S.D.A.*, 1948, 49-55.

MAINAR, A., HYCKA, M.

1965 Praderas de dicente en el regadío. *Min. Agr. Dir. Gral. Agr. I.N.I.A.*, 1965, 34 p.

1968 Praderas artificiales en el regadío. Memoria IX Reunión Científica de la S.E.E.P.; Sevilla, 1968, 109-117.

MERTON LOVE, R.

1961 La mejora de los pastos en España. *Min. Agr. Dir. Gral. Agr.*, Madrid.

MONTSERRAT, P.

1958 Horizontes de la pradericultura moderna. *Bol. Agropec. Caja de Pens. para la Vejez y de Ahorros de Cataluña y Baleares*, 95-119.

RAGUSE, C. A.; BERRY, L. J.; DAVIS, J. E.

1967 Irrigated pastures in California. Cir. 545, *California. Exp. Sta. Nov.* 1967.

THORP, J.

1948 How soils develop under grass. *Yearb. of Agr.*; U.S.A. Dep. Agric., 1948, 55-66.

YEPES, V.

1961 Praderas artificiales en Galicia. Diputación Provincial de La Coruña. La Coruña, 1961.

Estudio comparativo de arenas finas de suelos desarrollados sobre andesitas en cabo de Gata (Almería) y la isla de Alborán

por J. AGUILAR, J. IÑIGUEZ y J. FERNANDEZ (*)

Facultad de Farmacia, de la Universidad de Granada
Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra

Recibido el 30 - III - 73

A B S T R A C T

AGUILAR, J., IÑIGUEZ, J. y FERNÁNDEZ, J. — Comparative Study of Fine Sand from soil developed on Andesitic rocks in Cabo de Gata (Almería) and Alboran island. *An. Aula Dei*, 12 (1-2): 40-51.

The thin Sands (light and heavy fractions) of three soils coming from the Isle of Alboran are compared to others of three soils coming from Cabo de Gata and all of them developed over Andesites.

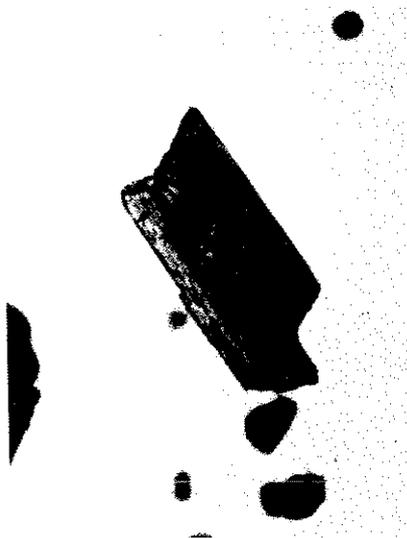
A pronounced difference can be appraised in the development at the ferro-magnesian minerals whereas in the rest of the minerals which are in the soils of both zones the difference appear less relieved.

INTRODUCCION

Las muestras del cabo de Gata están situadas en la zona sureste de España, enclavadas en las cordilleras Béticas. El origen de dichas cordilleras está en el movimiento orogénico alpino entre el Burdigalense y el Mioceno superior. FONTBOTÉ (1965), SOLÉ (1951).

La isla de Alborán está situada a 88 km. de Adra (Almería) y 53 del cabo Tres Forcas. Su superficie es tabular, ligeramente inclinada hacia el este-noreste con una altura máxima de 11,50 m. sobre el nivel del mar. Presenta un contorno piriforme y una superficie de 71.200 m², para unas dimensiones de 605 × 265 m. en su longitud y anchura respectivamente.

(*) J. AGUILAR y J. FERNÁNDEZ. Facultad de Farmacia, Universidad de Granada.
J. IÑIGUEZ. Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra.



I
Angitas macladas (I, Alborán y II Cabo de Gata) $\times 100$.



III
Hiperstenas dentadas junto con alguna prismática.

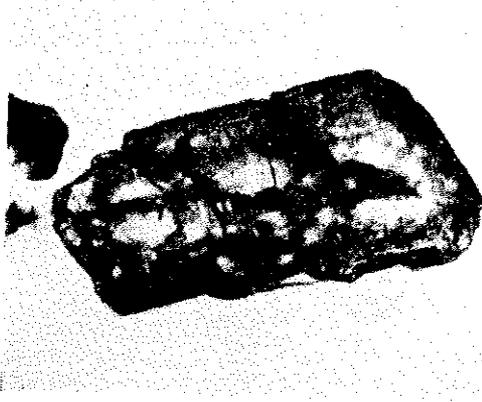
IV

Por los trabajos efectuados por F. NAVARRO (1907), GAIBAR PUERTAS (1969), y particularmente por HERNÁNDEZ PACHECO e IBARROLA (1970), parece definitivamente establecido que esta pequeña isla es el resto de una caldera explosiva, subárea anterior al Tirreniense, y que a lo largo de los años fue destruida por el mar.

Está constituida por tobas andesíticas muy estratificadas, con dirección oeste-noroceste y este-sureste, y los buzamientos con án-

gulos que oscilan entre los 25 y 40° norte-noreste, que incluyen bloques y cantos redondeados. Los tamaños de los mismos pueden oscilar entre trozos difícilmente distinguibles a simple vista, hasta de un metro de diámetro. Dichos bloques pertenecen a andesitas con contenido variable en piroxeno y plagioclasas. HERNÁNDEZ PACHECO e IBAROLA (1970) consideran que en la actualidad dichas rocas se pueden caracterizar como pertenecientes a las series pigeoníticas de KUNO (1968), y que en su conjunto presentan acusadas analogías con las andesitas de las series de Izuhakome, semejanza que ya hicieron notar BURRI y PARGA PONDAL (1937).

En SIETTI (1933) podemos leer que las rocas volcánicas constituyentes de la isla de Alborán son análogas a las del cabo de Gata en el este de Almería. Son andesitas augitas con grandes cristales



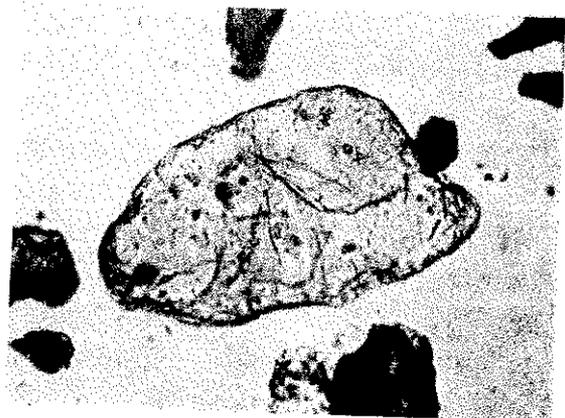
V
Hornblenda fracturada $\times 200$



VI
Granate con la superficie rugosa $\times 100$



VII
Magnetita luz reflejada $\times 20$



VIII
Cloritoide $\times 100$

blancos de feldspatos y otros más pequeños de augita, y que esta analogía parece demostrar que la isla de Alborán estuvo ligada a esta parte de España en una época relativamente próxima.

Estas analogías tienen su corroboración en el intenso proceso de silificación que se presenta, tanto en Alborán como en cabo de Gata, así como en el diagrama de Tsavaritzki de las rocas de la isla de Alborán y del cabo de Gata que incluimos en la figura 1.

Esta analogía es la que nos ha movido a realizar este trabajo, ya que las condiciones climáticas de ambas zonas, cabo de Gata e isla de Alborán, deben haber tenido influencia en la mineralogía de los suelos resultantes.

MATERIAL Y METODOS

Se tomaron seis perfiles, cuyas características damos a continuación.

PERFIL 1

Localidad: Alborán.

Altitud: 10 m.

Topografía: Plana. Microrrelieve causado por la acción eólica, que acumula arena en las zonas de vegetación más densa, y erosiona las zonas más desnudas.

Drenaje: Superficial bueno, profundo impedido.

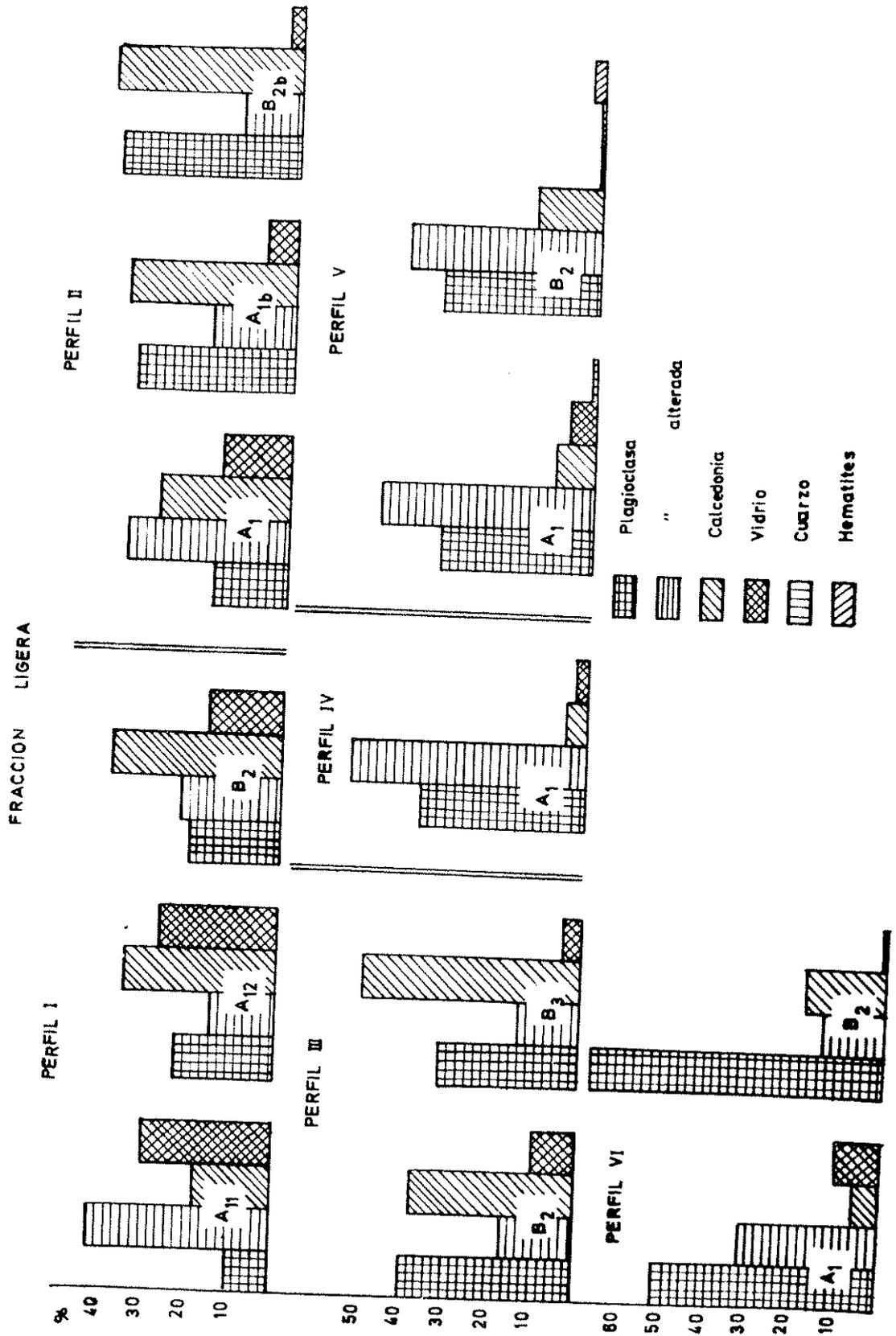
Vegetación: Frankenia corymbosa, Senecio Alboranicus, anaciclus alboranensis.

Material original: Toba volcánica.

Tipo de Suelo: Umbrandepts móllico.

PERFIL 2

La misma localidad, altitud, etc., menos la secuencia de horizontes, que es diferente, y el tipo de suelo, que es un *Ochrandepts entico*.



P E R F I L 3

Al igual que el perfil anterior se trata de un *Ochrandepts entico*, pero en este suelo es mayor la liberación de sesquióxidos.

P E R F I L 4

Localidad: Término Municipal de Níjar.

Situación: Km. 14,3 de la carretera Níjar-Carboneras (Venta del Pobre).

Orientación: Este.

Altitud: 120 m.

Drenaje: Muy bueno.

Pendiente: 6 %.

Geología: Andesitas anfibólico-piroxénicas.

Horizontes: A₁ - C.

Tipo de suelo: Orthic psammustent.

P E R F I L 5

Localidad: Término municipal de Carboneras.

Situación: Carretera Níjar-Carboneras, a 0,5 km. de este último.

Orientación: Norte-noroeste.

Altitud: 50 m.

Topografía: Montañosa.

Pendiente: 10 %.

Vegetación: Chumberas, pitas, algarrobos.

Geología: Andesitas piroxénicas.

Horizontes: A₁ - B₂ - C.

Tipo de suelo: Torrertic Camborthid.

P E R F I L 6

Localidad: Término de los Nietos.

Situación: Carretera de los Nietos a Níjar a 2 km. de los Nietos.

Orientación: Sur-este.

Altitud: 140 m.

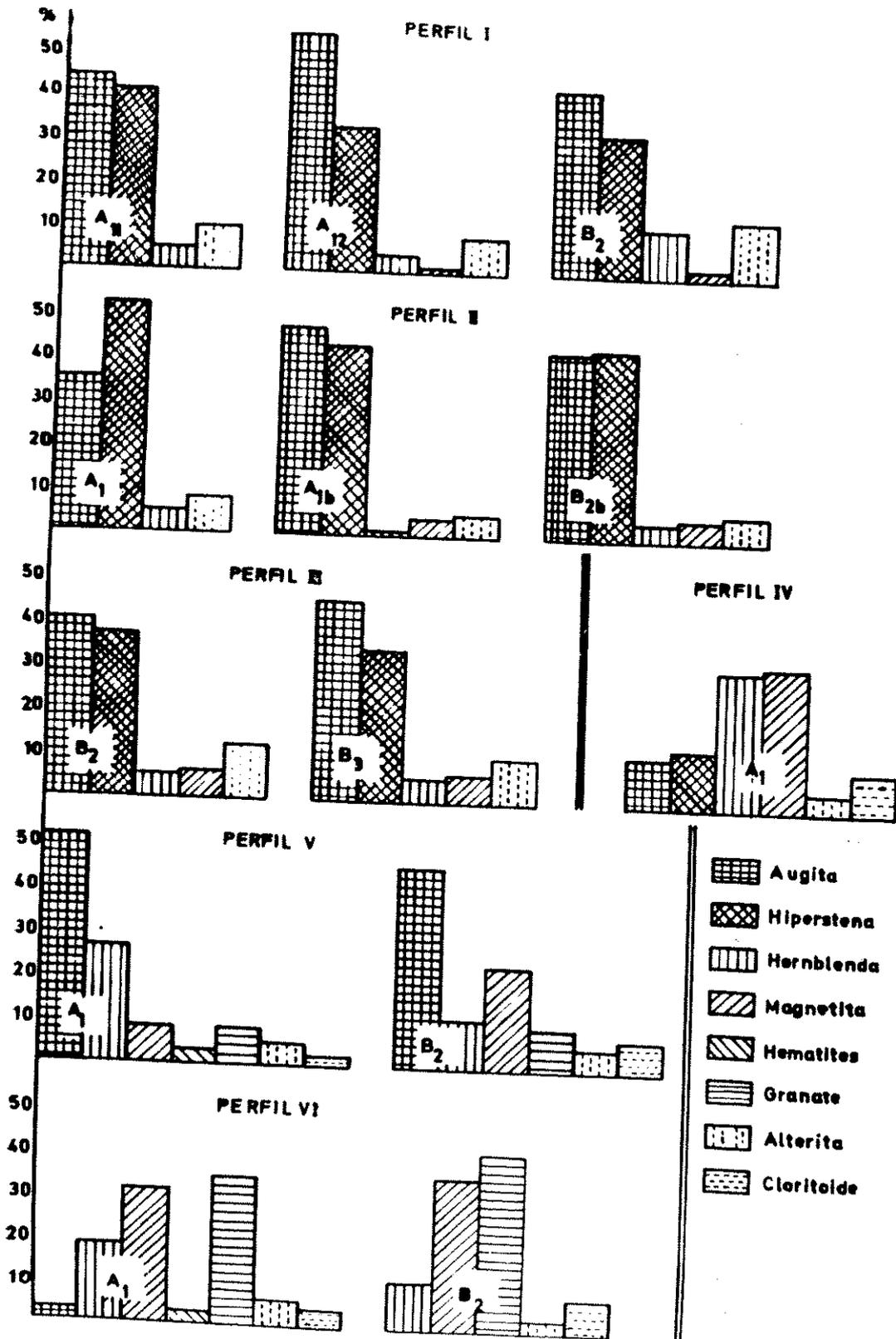
Topografía: Ligeramente ondulada.

Geología: Andesitas anfibólico-piroxénicas.

Horizontes: A_p - B₂ - C.

Tipo de suelo: Vertic Haplargid.

FRACCION PESADA



De todos los horizontes, se realizó el análisis mecánico por el método internacional. La fracción arena se separó en fracciones pesada y ligera, con bromoformo, antes de proceder a su estudio microscópico.

RESULTADOS

Tras el estudio microscópico y conteo de los granos en los diversos suelos, los porcentajes de los mismos en sus respectivas fracciones, pesada y ligera, se establecen de la siguiente manera:

CUADRO 1.— % fracción ligera (*p. e.* < 2,9).

Perfil	Hori-	Plagioc.	Plag. Alt.	Calced.	Vidrio	Cuarzo	Hematit.
I	A ₁₁	10	42	18	30	—	—
	A ₁₂	23	15	35	27	—	—
	B ₂	21	23	39	17	—	—
II	A ₁	17	37	30	16	—	—
	A _{1b}	36	19	38	7	—	—
	B _{2b}	41	13	43	3	—	—
III	B ₂	35	17	38	10	—	—
	B ₃	32	14	50	4	—	—
IV	A ₁	38	54	5	3	—	—
V	A ₁	35	49	9	6	1	—
	B ₂	36	44	15	1	1	3
VI	A ₁	52	32	6	10	—	—
	B ₂	67	14	18	1	—	—

Resumimos a continuación la morfología y características de las especies minerales halladas en todos los perfiles.

Plagioclasas

Muchas de ellas macladas según la ley de la Albita, y algunas según la ley de Karlsbad, encontrando más ejemplares maclados en los suelos de Alborán que en los de cabo de Gata.

Las plagioclasas de los suelos de Alborán son Andesina y Labradorita, mientras que en los de cabo de Gata encontramos también Bytownita.

CUADRO 2. — % fracción pesada ($p. e. > 2,9$).

Perfil									
I	A ₁₁	44	41	5	—	—	—	10	—
	A ₁₂	54	33	4	1	—	—	8	—
	B ₂	42	32	11	2	—	—	13	—
II	A ₁	35	52	5	—	—	—	8	—
	A _{1b}	47	43	1	4	—	—	5	—
	B _{2b}	42	43	4	5	—	—	6	—
III	B ₂	40	37	5	6	—	—	12	—
	B ₃	45	34	5	6	—	—	10	—
IV	A ₁	11	13	31	32	—	—	4	9
V	A ₁	51	—	24	8	3	7	5	2
	B ₂	45	—	11	23	—	9	5	7
VI	A ₁	3	—	18	31	3	34	6	5
	B ₂	—	—	11	35	—	41	3	10

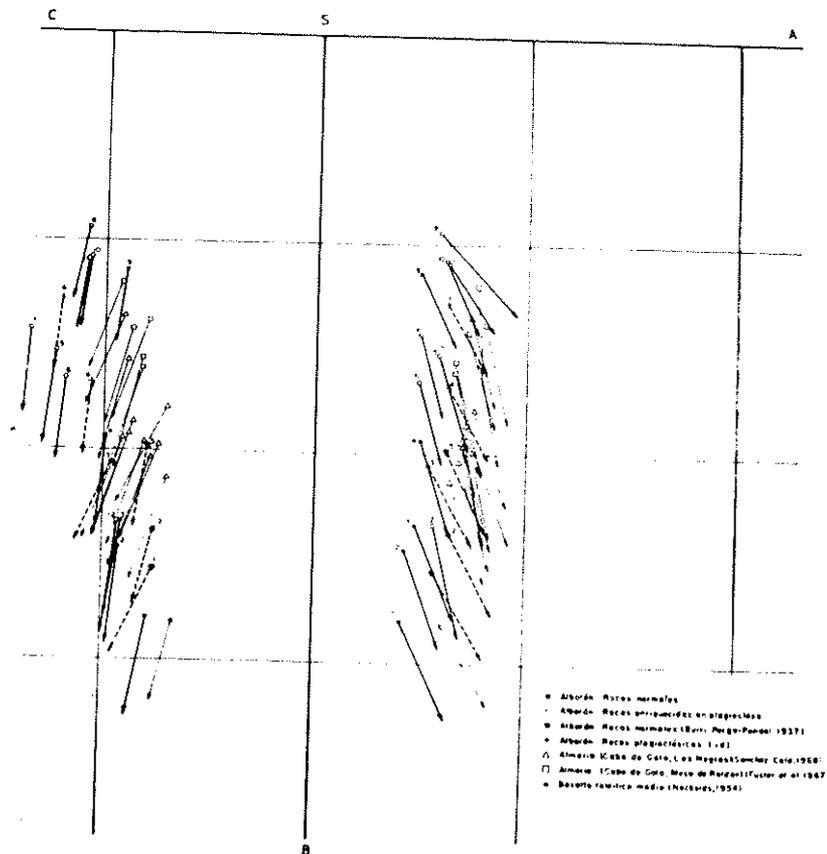


FIG. 1. Diagrama de Tsavaritzki de las rocas de Alborán y Cabo de Gata. Hernández Pacheco e Ibarrola, 1970.

Las formas alteradas presentan revestimientos pardos en superficie.

Augita

Identificamos formas prismáticas, aunque son más abundantes los fragmentos irregulares y angulosos de color verde y no pleocroicos. Algunas las encontramos macladas en formas polisintéticas y otras fracturadas.

Hiperstena

Su hábito es prismático, la mayoría con los extremos dentados (tanto en los suelos de Alborán como en los de cabo de Gata) con líneas de fractura abundantes y pleocroísmo acusado.

Horblenda

Pardo-oscuro, casi opaca. Se presenta en formas prismáticas bien desarrolladas, con ángulo de extinción pequeño, lo que indica gran contenido en hierro. La mayoría son cristales bien desarrollados, nada rodados con los vértices y aristas intactos.

Magnetita

Con luz reflejada observamos formas cristalinas bien desarrolladas con predominio de octaedros. Algunos cristales presentan las caras limpias y otras en masas botrioidales algo alteradas.

Granates

Aparecen exclusivamente en 2 perfiles, pero en cantidad abundante sobre todo en el perfil 6. Corresponden a la variedad Alman-dino rosada, con formas subangulares, de aristas vivas y superficie rugosa en algunos.

Cloritoides

Se presentan con forma prismática, pero más comúnmente en formas subangulares de color gris azulado, la mayoría con algunas inclusiones negras de pequeño tamaño.

Detalles de estos minerales pueden observarse en las microfotografías que incluimos a continuación.

DISCUSION

En las gráficas I y II están representados los valores que de los distintos minerales encontramos en los 6 perfiles estudiados, tanto en la fracción ligera como en la pesada.

En la gráfica I están representados los valores de los minerales encontrados en la fracción ligera de los 6 perfiles que estudiamos.

En ella y en los suelos 1, 2 y 3 observamos que las plagioclasas se alteran en superficie con liberación abundante de sílice, que se acumula en profundidad debido probablemente a procesos de emigración. En los perfiles 4, 5 y 6, correspondientes a cabo de Gata, observamos los mismos hechos, pero menos acusados; así hay silificación en profundidad, pero el incremento es menos importante y al igual que en los suelos 1, 2 y 3 observamos un aumento de plagioclasas bien conservadas en profundidad, junto con una disminución de las alteradas.

En la fracción pesada, gráfica II, observamos la alteración de la magnetita en los horizontes superiores, que es total en los suelos de Alborán, y no llega a serlo en los de cabo de Gata.

No se llega a reconocer una alteración de importancia de los minerales ferromagnesianos en los perfiles de Alborán, pero sí en los de cabo de Gata, en los que observamos una disminución en profundidad para dar origen a cloritoides que resultan de la alteración química de piroxenos y anfíboles.

RESUMEN

Se comparan las arenas finas (fracciones ligeras y pesada), de tres suelos procedentes de la isla de Alborán con otras procedentes de tres suelos del cabo de Gata, todos ellos desarrollados sobre andesitas.

Se aprecian diferencias acusadas en el comportamiento de los minerales ferromagnesianos, mientras que en los restantes minerales presentes en los suelos de ambas zonas las diferencias son menos patentes.

REFERENCIAS

- BURRI, C. y PARGA PONDAL, I
1937 Die Eruptivgesteine der Insel Alborán. *Schweiz. Min. Petr.* Band XVII, pp. 230-268.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L.
1907 Isla de Alborán. *Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. V, pp. 313-338.
- FONTBOTÉ, J. M.
1965 Mapa Geológico de España y Portugal 1:1.250.000, Ed. Paraninfo e Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
- GAIBAR PUERTAS, C.
1969 Estudio Geológico de la isla de Alborán. I. Las rocas eruptivas. *Acta Geológica Hispánica*, t. IV, pp. 72-80.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. e IBARROLA, E.
1970 Nuevos datos sobre la petrología y geoquímica de las rocas volcánicas de la isla de Alborán. *Estudios Geológicos*, t. XXVI, pp. 93-103.
- KUNO, H.
1968 Origin of Andesite and its bearing on the Island Arc Structure. *Bull. Volcan.*, t. XXXII, pp. 141-176.
- SOLÉ, L. y LLOPIS, N.
1951 Península Ibérica. Geografía física, t. IX de la Geog. Univ. de P. Vidal de la Blanche y L. Gallois, p. 500, Barcelona.
- SIETTI, H.
1933 Nouvelle contribution a l'histoire naturelle de l'île D'Alboran. *Bull. Sci. Nat du Maroc*. t. XIII, pp. 1-22.

Evolución del contenido mineral en alfalfa (*Medicago sativa* L.)

por L. MONTAÑÉS, A. ABADÍA y L. HERAS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 5-IV-73

A B S T R A C T

MONTAÑÉS, L., ABADÍA, A., HERAS, L. — Evolution of the mineral content in alfalfa (*Medicago Sativa* L.). *An. Aula Dei*, **12** (1-2): pp. 52-64.

In this work we study the evolution of the macro and microelements (Fe, Mn, Cu and Zn) content in the complete alfalfa plant during three years of development cultivated on terrace soil with irrigation (vega del Gallego).

The consecutive cuttings always took place at the beginning of the flowering period.

The content of these elements in alfalfa has been estimated taking into account the values of the leaf-stem ratio and the partial contents of each of these morphological constituents.

The results are expressed in percentage or p.p.m. of dry matter, noticing a slight tendency of the calcium content to diminish while the other mineral elements are either stable or show a tendency to increase.

The average annual content of nitrogen, phosphorus and calcium is found in the deficiency area, and as far as the microelements are concerned, only Mn may present a problem of deficiency.

The alfalfa composition is discussed in relation to the animals' nutritional needs. The phosphorus, magnesium and zinc content do not fulfil the stated needs.

I N T R O D U C C I O N

En una publicación anterior (MONTAÑÉS, ABADÍA, HERAS, 1972) se estudió la distribución de determinados componentes, en hoja

y tallo de alfalfa, a lo largo de los distintos cortes realizados en los dos primeros años de su explotación.

En el presente trabajo, además de completar la información del ya citado en lo que respecta a contenido en hoja y tallo de algunos macro y micronutrientes, se estudia la evolución de estos elementos nutritivos, en planta completa de alfalfa, durante tres años de cultivo.

Expresamos nuestro reconocimiento al señor P. RIPALDA y a las Srtas. C. FUSTERO y A. Poc por la colaboración prestada para realizar este trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Las fechas en que se realizaron los cortes correspondientes a los años 1969 y 1970, así como los métodos analíticos empleados, se especifican en un trabajo anterior (MONTAÑÉS et al., 1972). Durante el año 1971 se llevaron a cabo las siguientes recogidas de material:

- 1.^{er} corte 5 de mayo
- 2.^o " 15 " junio
- 3.^{er} " 5 " julio
- 4.^o " 19 " agosto
- 5.^o " 21 " septiembre

La composición asignada a planta completa ha sido calculada a partir de los datos obtenidos por el análisis de hoja y tallo, y de la relación entre estos componentes morfológicos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados obtenidos en el material recogido en 1971

En el cuadro 1 se expresan, referidos a materia seca, los resultados obtenidos en el año 1971, y los valores medios correspondientes a los años 1969 y 1970 (MONTAÑÉS et al., 1972).

CUADRO 1.—Relación hoja/tallo y distribución de los elementos minerales en el año 1971 y valores medios obtenidos en 1969 y 1970.

Cortes	Fecha	Hoja (H) %	Tallo (T) %	Relación H/T	N %		P %		K %		Ca %		Mg %		Fe p.p.m.		Mn p.p.m.		Cu p.p.m.		Zn p.p.m.	
					H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
1.º	5/5	47,5	52,5	0,90	3,72	1,72	0,312	0,212	2,55	3,25	1,90	0,81	0,260	0,300	185	115	37	13	8	11	28	26
2.º	15/6	52	48	1,08	3,94	1,65	0,312	0,225	2,05	2,47	1,90	0,66	0,260	0,260	160	127	37	11	15	15	31	25
3.º	5/7	48,3	51,7	0,93	4,11	1,55	0,335	0,225	2,25	2,45	1,00	0,35	0,370	0,280	195	120	42	12	13	10	47	27
4.º	19/8	51,1	48,9	1,04	3,86	1,50	0,287	0,175	2,05	2,25	1,20	0,43	0,320	0,240	322	195	42	12	13	10	39	27
5.º	21/9	41	59	0,69	4,18	2,30	0,350	0,312	2,57	3,35	0,92	0,42	0,320	0,290	312	185	42	12	22	18	42	39
Media	1971				3,96	1,74	0,327	0,231	2,29	2,75	1,38	0,53	0,30	0,27	256	148	40	12	14	13	37	29
Media	1969				4,33	1,88	0,174	0,141	1,86	2,43	1,50	0,56	0,24	0,18	200	150	36	12	13	13	23	13
Media	1970				4,19	1,60	0,259	0,193	1,73	2,17	2,19	0,76	0,28	0,23	244	166	39	8	13	13	26	17

En el año 1971 el valor medio anual de nitrógeno en hoja es ligeramente inferior al obtenido en los años precedentes, en tanto que el del tallo se mantiene dentro de los mismos rangos. Por lo que respecta al fósforo y potasio, las medias anuales, tanto en hoja como en tallo, son mayores en este tercer año, mientras que se observa un notable descenso de calcio en las dos partes de la planta. Los restantes elementos considerados (Mg, Fe, Mn, Cu y Zn) presentan valores análogos a los del 1.º y 2.º año de cultivo.

Evolución de elementos minerales en planta completa.

NITRÓGENO

En la figura 1 se representa el contenido de N en planta completa de alfalfa en los tres primeros años de su explotación.

Como puede observarse, el mayor contenido corresponde a los cortes realizados en el primer año de cultivo y dentro de éste al primer corte, dado en el mes de julio. Los tres cortes posteriores se mantiene a niveles prácticamente constantes.

En los años 2.º y 3.º de explotación, las cifras de N en alfalfa se mueven alrededor de un 2,8 % sin que se manifiesten desviaciones sensibles de este valor, lo cual parece indicar que en el 2.º año se estabiliza ya el nivel de este elemento para sucesivos ciclos de explotación.

Las variaciones de N en planta completa quedan perfectamente aclaradas si además de la relación hoja-tallo (figura 2) se tiene en cuenta la evolución de este elemento en ambas partes a lo largo de los diversos cortes.

Efectivamente, si observamos los datos correspondientes al último corte del tercer año vemos que, a pesar de que la citada relación sufre un notable descenso (0,69), el contenido de N, en planta completa, aumenta (2,70 a 3,07). En el mismo orden de hechos se sitúa el comportamiento de la evolución en el 1.º y 2.º años. En el primero, con un descenso del contenido de N, entre 1.º y 2.º cortes (3,62 a 3,17), a pesar de que la relación hoja-tallo es prácticamente igual (1,86 y 1,82) y en el segundo con variaciones en el citado contenido de N que no se corresponden con la casi constante relación hoja-tallo.

Si se tiene en cuenta los contenidos medios anuales que se exponen más adelante (figura 3), nuestros resultados ofrecen va-

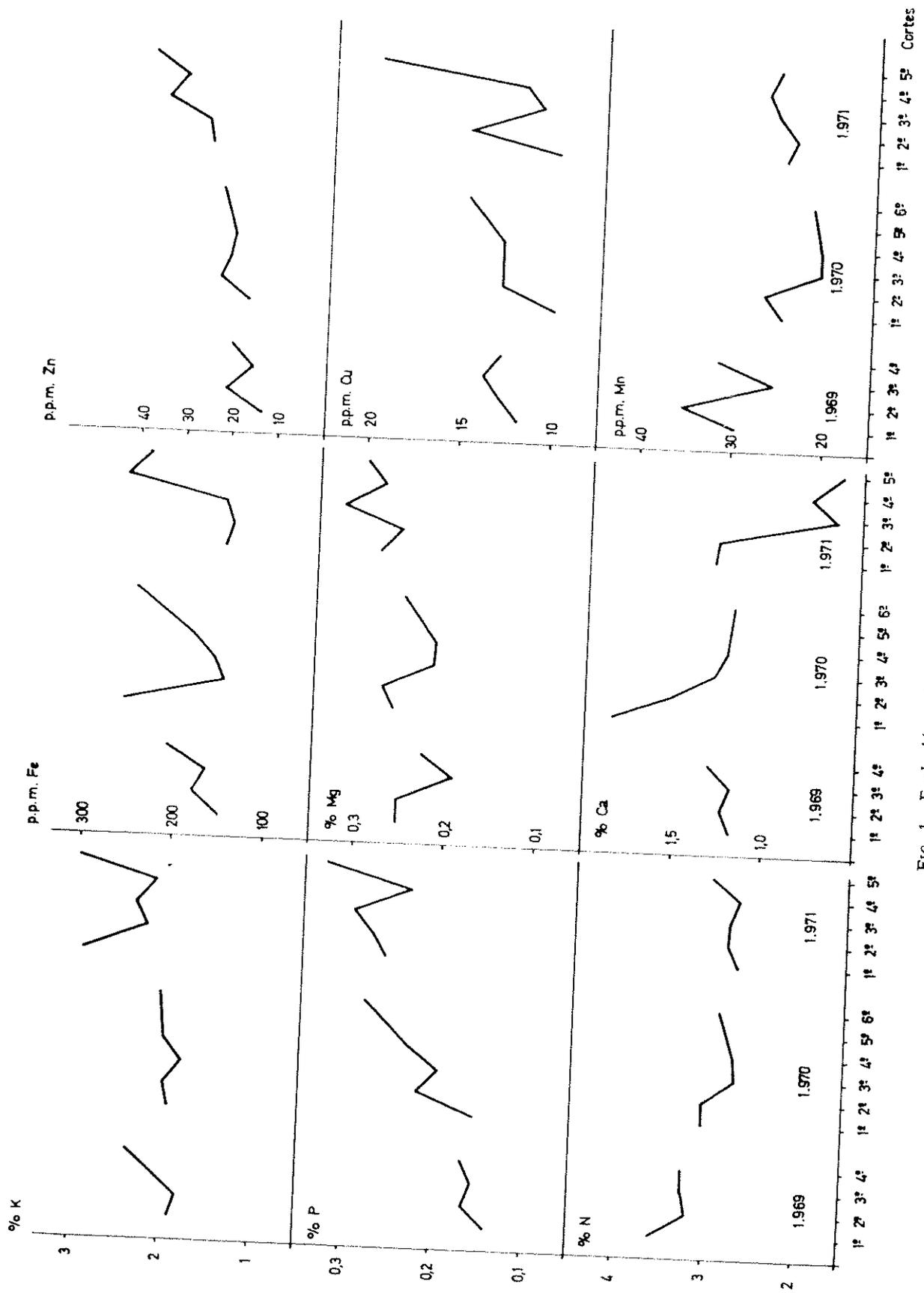


FIG. 1. Evolución del contenido mineral en alfalfa.

lores bajos con relación a los señalados como normales por otros autores: 3,64 (PICKETT, 1960); 4,5 (BENTON-JONES, 1967); 4,1-3,5 (SNAYDON, 1972).

FÓSFORO

En la figura 1 se representa la evolución del fósforo a lo largo de los tres años de explotación, apreciándose una clara tendencia al enriquecimiento en este elemento de la planta completa de alfalfa. Esta misma tendencia se tiene dentro de cada año, por lo que son los últimos cortes los que presentan los valores más altos, hecho que concuerda con los resultados dados por GUEGUEN (1959) para la variedad "Flamande".

Si observamos los valores de la relación hoja-tallo (fig. 2) vemos que a pesar de que en el primero y segundo cortes correspondientes al año 1969 esta relación puede considerarse anormalmente alta, el contenido de fósforo en la planta entera resulta bajo, debido a que en ambos constituyentes morfológicos los niveles de este macronutriente son, en los dos cortes citados, excesivamente bajos. El contenido de fósforo en el tercero y cuarto cortes difiere poco del apreciado en el segundo, a pesar de que la

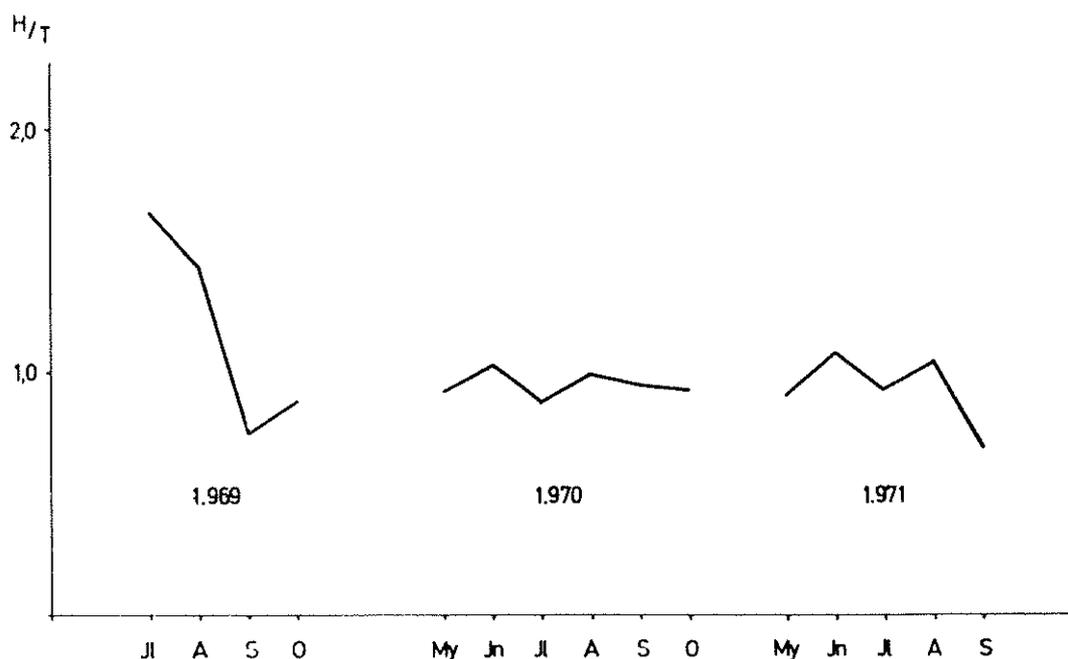


FIG. 2. Relación hoja-tallo.

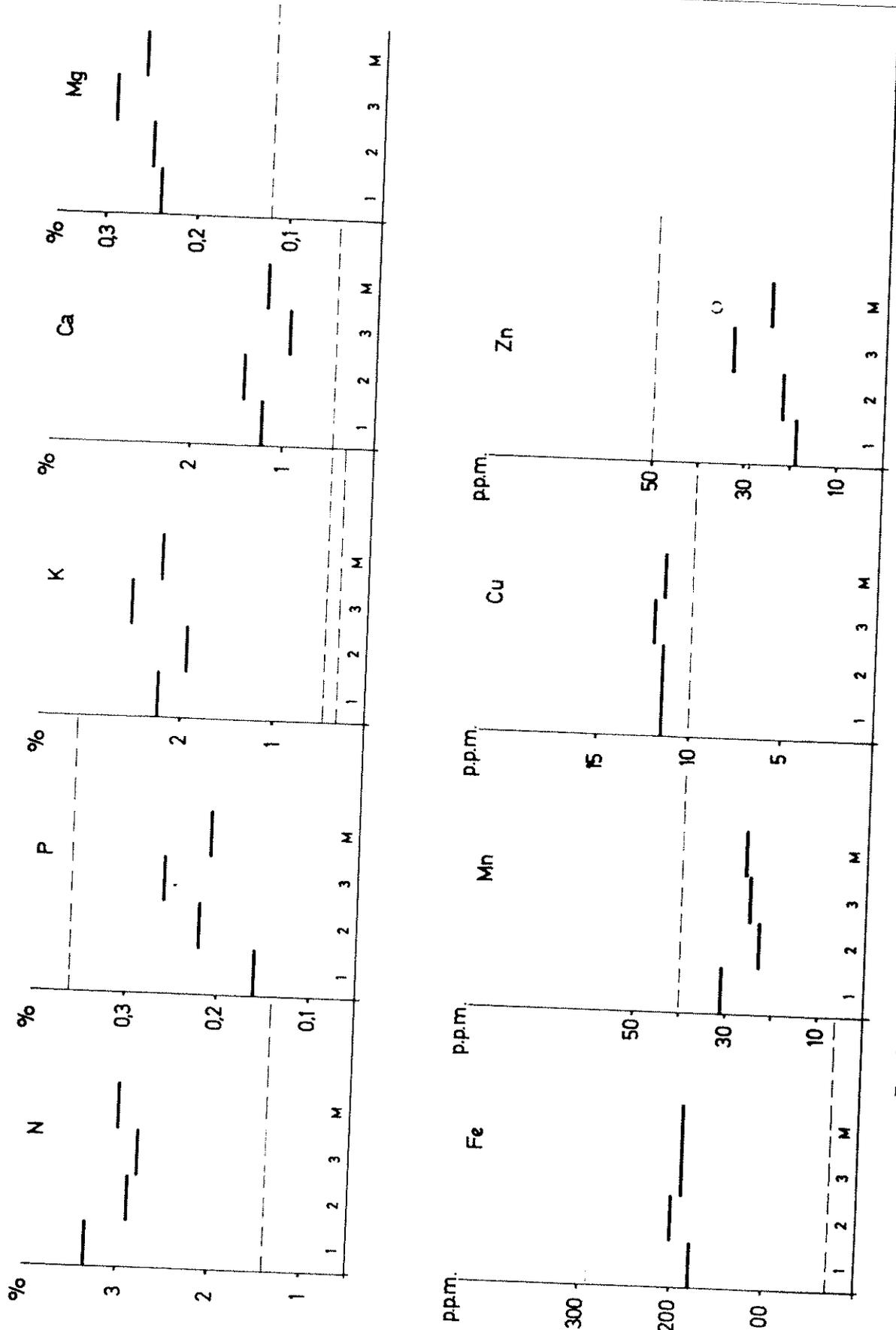


FIG. 3. Contenidos medios anuales (1, 2, 3) y media de tres años (M), de elementos minerales en alfalfa. El trazo discontinuo representa las necesidades del animal de referencia.

proporción de tallo, siempre menos rico en fósforo que la hoja, es mayor. Este hecho se debe a que en estos dos cortes el contenido de fósforo del tallo aumenta un 46 % y un 69 % sobre el contenido del primer año, en tanto que el de la hoja apenas sufre variación.

En el segundo y tercer años, la relación hoja-tallo se mantiene prácticamente constante, excepto en el último corte del tercer año en que se presenta un valor anormalmente bajo (0,69). Como quiera que en estos dos años se reproduce el hecho apreciado en el tercero y cuarto cortes del primero, es decir, un mayor enriquecimiento del tallo en P, el contenido de la planta completa, en este macroelemento, va aumentando.

Si se tienen en cuenta los valores medios anuales que se reflejan en la figura 3, nos encontramos con que, de acuerdo con los datos ofrecidos por diversos autores (CHAPMAN, 1967; BENTON-JONES, 1967; ANDREW y ROBINS, 1969) la alfalfa producida en el primer año se muestra deficiente en fósforo; en el segundo, se mantiene dentro de los valores considerados como bajos y en el tercero presenta un contenido de fósforo suficiente, pero en las proximidades de la zona de bajo contenido. La media de los tres años nos sitúa dentro de los niveles bajos, pero cerca de la zona de deficiencia.

POTASIO

En el primer año de cultivo el contenido de potasio tiende a aumentar conforme avanzan los cortes; en el segundo año, los márgenes de variación quedan entre límites muy estrechos, y en el tercero aparecen valores muy altos en primero y quinto cortes, y sin embargo son muy similares en los tres cortes centrales del ciclo (fig. 1).

El mayor predominio del tallo sobre la hoja (fig. 2) a partir del segundo corte del primer año es responsable del aumento de este elemento en la planta entera conforme avanzan los cortes. Por lo que respecta al segundo año, la constancia en la relación hoja-tallo y en los contenidos individuales de estas partes se reflejan en la pequeña variación del contenido de potasio de la alfalfa. Los cortes primero y quinto del segundo año presentan, tanto en hoja como en tallo, los valores más altos de potasio de

toda la experiencia, lo que, lógicamente, hace que la planta entera ofrezca también en estos cortes los valores de potasio más elevados.

Considerando los datos que figuran en la bibliografía (CHAPMAN, 1967; BENTON-JONES, 1967), el contenido medio de potasio (figura 3) en el material por nosotros estudiado es suficiente.

CALCIO

El primer año de cultivo las oscilaciones que se observan en el contenido de este elemento son muy pequeñas en contraste con lo que ocurre durante el segundo y tercer años, en los que se manifiesta una clara tendencia al descenso conforme avanzan los cortes (fig. 2). Esta tendencia es consecuencia de la disminución de calcio tanto en hoja como en tallo, disminución que es más destacada en los últimos cortes del tercer año.

Si consideramos las cifras expuestas por CHAPMAN (1967) y BENTON-JONES (1967) nos movemos, en los tres años, dentro de una zona de aparente deficiencia en calcio.

Volvemos a manifestar nuestro criterio ya expresado (MONTAÑES et al., 1972) acerca de la extrañeza de que la alfalfa, planta francamente calcófila, ofrezca niveles bajos de calcio en un suelo eminentemente calizo. Ello nos hace pensar que este calcio del suelo no es enteramente asimilable por la planta, ya que se puede descartar un efecto antagónico del magnesio, pues como se verá a continuación este elemento se halla dentro de niveles que pueden considerarse como normales.

Estos bajos niveles de calcio en alfalfa cultivada en suelos calizos han sido observados también por POLIDORI y GALVANO (1966) en un estudio sobre la composición química de esta leguminosa en Catania (Italia).

MAGNESIO

La evolución de este elemento es muy irregular, si bien parece observarse una tendencia al aumento del contenido de magnesio en la alfalfa conforme avanzan los años de explotación (figura 1).

Los contenidos medios anuales de magnesio, encontrados por

nosotros (fig. 3); se sitúan en la zona que CHAPMAN (1967) considera como intermedia.

Por el contrario, para BENTON-JONES (1967) estaríamos en la zona de bajos contenidos, aunque muy próximos a la suficiencia (0,31-1,00).

HIERRO, MANGANESO, COBRE Y ZINC

En la figura 1 se representa la evolución de estos microelementos en los tres años de explotación.

El *hierro* manifiesta en todos los años una tendencia a aumentar, conforme el corte es más avanzado, excepto en el primer corte del segundo año, que ofrece una de las cifras más altas.

Teniendo en cuenta los niveles que asignan SULLIVAN (1972) y BENTON-JONES (1967) a la alfalfa, el contenido de Fe en nuestro estudio está dentro de los márgenes señalados por estos autores como normales (41-250 p.p.m.), aun cuando en el segundo y tercer años algunos cortes caen dentro de la zona considerada como de contenido elevado (> 250 p.p.m.).

El *manganeso* presenta los mayores contenidos en el primer año de explotación, aun cuando siempre se mueve dentro de la zona de contenido débil (21-30 p.p.m.) señalada por SULLIVAN (1972) y BENSON-JONES (1967).

El *cobre* refleja unos márgenes de variación muy estrechos (10-20 p.p.m.) en todo el estudio, situándose en la zona de normalidad (11-50 p.p.m.) indicada por los autores ya mencionados.

El *zinc* tiende a aumentar con los cortes y con los años de explotación, lo que hace que el primer año la planta presente un contenido débil muy próximo a la deficiencia según las cifras que indican SULLIVAN (1972) y BENTON-JONES (1967) y en lo sucesivo se sitúe en la zona de normalidad (21-70 p.p.m.).

Por lo que respecta a los microelementos considerados, la alfalfa, en nuestro estudio, sólo en el caso del Mn puede plantear problemas de deficiencia desde el punto de vista de nutrición vegetal.

CONSECUENCIAS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Teniendo en cuenta la aplicación que la alfalfa tiene en la constitución de las dietas alimenticias de todas especies animales, fun-

damentalmente rumiantes, vamos a considerar en este punto su valor como fuente de elementos minerales, teniendo en cuenta las necesidades nutritivas de aquéllos.

Ahora bien, dada la dificultad que existe para un exacto establecimiento de estas necesidades, como lo demuestran las cifras tan variadas que ofrece la bibliografía (NEBOL'SIN y NEBOL'SINA, 1969; FERRANDO, 1972; PERIGAUD, 1970; THOMPSON, 1970; CUTHBERTSON, 1969) y por otro lado la influencia que sobre las mismas tiene la especie y su estado fisiológico, hemos considerado oportuno, de acuerdo con REID et al. (1970), tomar como punto de comparación las necesidades en elementos por kilogramo de materia seca consumida, para una vaca de 500 kg. de peso vivo y una producción de 15 litros de leche standard según normas del ARC (1966).

En la figura 3 se representan las medias anuales y la media de los tres años del contenido de macro y microelementos en alfalfa, así como las necesidades asignadas por el Agricultural Research Council al tipo de animal indicado.

Como puede observarse, la alfalfa producida en nuestro estudio cubre, en cualquier caso, las necesidades nutritivas de los animales en: nitrógeno, potasio, magnesio, hierro y cobre. Por el contrario, los contenidos en fósforo, manganeso y zinc no llegan a satisfacer en ningún año las necesidades tomadas como referencia. Estos hechos concuerdan con los expuestos por POLIDORI et al. (1972) en el sentido de una buena dotación de macro y microelementos de la alfalfa desde el punto de vista de la alimentación animal a excepción del fósforo y manganeso. En lo que respecta al zinc, aunque estos autores no indican un nivel deficitario, los valores medios que ofrecen (48 p.p.m.) son más altos que los encontrados por nosotros, pero se sitúan por debajo de las necesidades que hemos tomado como referencia para esta discusión.

CONCLUSIONES

1.^a El contenido de elementos minerales en la planta completa de alfalfa está altamente influenciado tanto por la relación

hoja-tallo como por el contenido parcial en ambas partes morfológicas, sobre todo en lo que respecta al tallo.

2.^a En los tres años considerados se observa una ligera tendencia a disminuir el contenido de calcio en tanto que los demás elementos minerales se estabilizan o muestran tendencia a aumentar.

3.^a Los contenidos medios anuales de nitrógeno, fósforo y calcio se sitúan en la zona de deficiencia, en tanto que el resto de los macro-elementos se encuentran en la de suficiente.

4.^a Por lo que respecta a los microelementos, solamente el manganeso puede plantear problemas de deficiencia.

5.^a Desde el punto de vista de nutrición animal el fósforo, manganeso y zinc no cubren las necesidades en elementos minerales del animal tomado como referencia.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la evolución del contenido de macro y microelementos (Fe, Mn, Cu y Zn) en planta completa de alfalfa durante tres años de explotación cultivada en suelo de terraza puesto en regadío (vega del Gállego).

Los sucesivos cortes se dieron siempre al comienzo de floración.

El contenido de la alfalfa en estos elementos se ha calculado teniendo en cuenta los valores de la relación hoja/tallo y los contenidos parciales de cada uno de estos constituyentes morfológicos.

Los resultados se expresan en tanto por ciento o p.p.m. de materia seca, observándose una ligera tendencia a disminuir el contenido de calcio en tanto que los demás elementos minerales se estabilizan o muestran tendencia a aumentar.

El contenido medio anual de nitrógeno, fósforo y calcio se sitúa en la zona de deficiencia y por lo que a microelementos se refiere, sólo el Mn puede plantear problemas de deficiencia.

Se discute la composición de la alfalfa en relación con las necesidades nutritivas de los animales. El contenido de fósforo, manganeso y zinc no cubre las citadas necesidades.

REFERENCIAS

- ANDREW, C. S., ROBINS, M. F.
1969 The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture Legumes. I Growth and critical percentages of Phosphorus. *Austr. J. Agric. Sci.* 20: (4): 665.
- BENTON-JONES, J.
1967 Interpretation of Plant Analysis for Several Agronomic Crops. Soil Testing and Plant Analysis. Part. II, pp. 49. *Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Pub. Madison. U.S.A.*
- CHAPMAN, H. D.
1967 Plant Analysis Values Suggestion of Nutrient status of Selected Crops. Soil Testing and Plant Analysis (Part. II). *Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Pub. Madison. U.S.A.* 77-92.
- CUTHBERTSON, D.
1969 Nutrition of Animals of Agricultural Importance. Part. 2. Pergamon Press Ltd. London.
- FERRANDO, R.
1972 Les besoins en oligo-éléments des animaux domestiques et les conséquences de leur carence. *An. Nutr. Alim.* 26: (1): B 231-B 325.
- GUEGUEN, L.
1959 Etude de la composition Minérale de quelques espèces fourragères. *An. Zootech.* 8 (3): 245-268.
- MONTAÑES, L., ABADÍA, A., HERAS, L.
1972 Composición de la alfalfa (*Medicago Sativa* L.) a lo largo del ciclo de explotación. *An. Aula Dei* 11 (3-4): 357-365.
- NEBOL'SIN, A. N., NEBOL'SINA, Z. A.
1969 Regulation of the content of microelement in forage plants. *Soviet Soil Sci.* 6: 668.
- PERIGAUD, S.
1970 Les carences en oligo-éléments chez les ruminants en France. Leur diagnostic. Les problèmes. *An. Agron.* 21 (5): 635-669.
- PICKETT, E. E.
1960 Mineral Composition of Missouri Feeds and Forages: II. Alfalfa. *Res. Bull. 724. Univ. Missouri Coll. Agric. Agric. Exp. Stat. Columbia.*
- POLIDORI, F., GALVANO, G.
1966 Produzione, composizione chimica e valore nutritivo del prato irriguo di erba medica (*Medicago sativa* L.) coltivata nella piana di Catania. *Alim. Animale X* (6-7): 1-16.
- POLIDORI, F., D'URSO, G., DELL'AQUILA, S., SARRO, F.
1972 Variazioni del contenuto in macro e microelementi del foraggio di medica (*Medicago sativa* L.) in funzione dei tipi e dell'ordine dei tagli. *Alim. Anim.* XVI: 1-10.
- REID, R. L., POST, A. D., YOUNG, G. A.
1970 Mineral Composition of Forages. *Bull. 589 T. West Virginia Univ. Agr. Exp. Sta.*
- SNAYDON, R. W.
1970 The effect of total water supply and of frequency of application upon lucerne II. *Austr. J. Agr. Res.* 23 (2) 253.
- SULLIVAN, L. J.
1972 Les problèmes de l'augmentation de la concentration des engrais-oligo-éléments. *Phosph. et Agric. n.º* 60: 1-5.
- THOMPSON, D. D.
1970 Trace elements in Animal Nutrition. *Intern. Min. Chem. Illinois. U.S.A.*

Algunos *Basidio* y *Ascomycetes* del monte de San Cristobal (Navarra)

por L. M. GARCIA-BONA y M. L. LOPEZ-FERNANDEZ

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, Pamplona

Recibido el 17 - IV - 73

A B S T R A C T

L. M. GARCÍA-BONA & M. L. LÓPEZ-FERNÁNDEZ. — Some *Basidio-* and *Ascomycetes* of the San Cristóbal Hill (Navarra). *An. Aula Dei*, **12** (1-2): 65-75.

We have studied the fungal flora in a *Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra* forest on the north and south slopes of the San Cristobal Hill, near Pamplona (Navarra). We have examined 50 taxa and confronted the results of the northern and southern slopes from an ecological point of view.

INTRODUCCION

Con motivo de la preparación de las Prácticas de Criptogamia del curso 1972-73 para las Facultades de Ciencias y Farmacia, el 1 de octubre de 1972 se realizó una prospección en el monte de San Cristóbal, próximo a Pamplona, tomándose notas de la Flora Micológica observada. El 14 de octubre de 1972 se volvió con los alumnos y la exploración exhaustiva realizada mostró una gran riqueza de especies, lo que nos inclinó a volver nuevamente el 5 de noviembre de 1972 con el propósito de completar y corregir las listas micológicas.

El monte de San Cristóbal está situado a 3 km. aproximadamente, al N.O. de la ciudad de Pamplona (449 m. s.n.m.) y al-

canza su punto culminante a unos 800 m. La base está constituida por "margas azules" biarritchienses del Eoceno Superior, mientras que en la parte superior afloran calizas cretácicas.

Los datos emitidos por el Observatorio de Pamplona entre 1901-1960 se resumen así, según LÓPEZ-FERNÁNDEZ (1970):

	Temperatura media de las máximas	Temperatura media de las mínimas	Temperatura media mensual	Precipitación (mm.)	Días de lluvia	Humedad relativa
Enero	8,3	0,9	4,6	87,6	9,5	80,5
Febrero	9,7	1,3	5,4	71,5	8,9	76,5
Marzo	13,3	3,6	8,5	78,4	11,5	69,5
Abril	15,7	5,6	10,6	76,6	11,2	67,5
Mayo	19,8	8,8	14,4	84,3	10,7	65,0
Junio	23,3	11,6	17,5	70,3	8,9	65,0
Julio	26,3	13,4	20,0	42,2	5,1	62,0
Agosto	27,1	14,0	20,6	38,5	5,3	63,5
Septiembre	24,0	12,1	18,1	69,8	8,4	66,0
Octubre	18,4	8,0	13,3	13,9	10,5	71,0
Noviembre	12,3	4,1	8,2	96,5	11,5	77,5
Diciembre	9,1	2,1	5,6	112,8	12,3	80,0
Total	17,3	7,2	12,3	932,6	113,7	70,5

BARRAGÁN LANDA (1969) nos comunica el siguiente perfil de suelo estudiado por ella.

Localidad: Artica.

Situación: San Cristóbal.

Vegetación: Repoblación de pinos, bosque residual de *Quercus*, boj.

Material originario: Marga caliza.

Topografía: Pendiente fuerte.

Altitud: 500 m.

Tipo de suelo: Pardo calizo. Aridisol-Ortid-Cambortid.

Horizonte	Profundidad cm.	Descripción
A	0-10	7,5 YR 5/6. Grumos finos, textura areno limosa, raíces abundantes, fuerte actividad biológica, pasa gradualmente al siguiente.
(B)	10-40	7,5 YR 6/6. Textura grumosa poliédrica bien desarrollada. Cantos abundantes.
C	40	2,5 Y 8/2. Marga compacta color claro, libre de raíces.

Hor	Prof. cm.	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. O. %	CO ₂ Ca %	Hum.	pH	
								H ₂ O	ClK
A	0-10	52,68	15,87	21,85	2,05	7,27	1,80	7,00	7,15
B)	10-40	38,48	9,47	24,25	0,46	25,00	1,80	7,80	7,30
C	40	22,05	20,58	16,22	0	40,00	1,50	8,10	6,75

Hor.	E	Fe %	Mn ppm	Mo ppm	Cu ppm	Mn f.e. ppm
A	22,5	0,94	160	0,75	68,00	15
(B)	21,8	1,23	280	0,68	12,60	3
C		0,67	80	0,40	12,20	0
Indice de enriquecimiento		1,38	2,00	1,88	5,75	9,40
		1,82	3,50	1,70	1,03	1,09
		1	1	1	1	0

La vegetación potencial sobre la vertiente sur es típicamente mediterránea, territorio climácico *Quercion rotundifoliae* Rivas-God. 1959, dominio climácico del *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & Bolós 1957; en consonancia con la climax, las etapas seriales pertenecen al *Aphyllanthion* Br.-Bl. (1931) 1937.

En la vertiente norte, la vegetación potencial, de tipo subatlántico, se puede incluir en el territorio climácico del *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932, dominio climácico del *Buxo-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. (1931) 1932, y las etapas seriales corresponden probablemente al *Eu-Aphyllanthion*, *Thymelaeo-Aphyllanthetum* Br.-Bl. & Montserrat 1966. Una gran parte de la vegetación potencial ha sido sustituida por una repoblación de *Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra*.

Como zona de estudio ha sido elegida una banda de dicha repoblación que ocupa tanto la vertiente norte como la sur, entre los 600 y 800 m. El pinar de la vertiente sur ha sido parcialmente explotado, introduciéndose, en los claros, *Cupressus sempervirens* L. Esto y la gran afluencia de excursionistas (debido a su proximidad a Pamplona), ha dado por resultado un bosque mixto de *Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra* y *Cupressus sempervirens* L., con abundante sotobosque de *Buxus sempervirens* L.

El pinar de la vertiente norte está sin explotar; además, la afluencia de excursionistas es apenas perceptible. El resultado es que el bosque carece de sotobosque y está formado exclusivamente por *Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra*.

MATERIAL Y METODOS

El estudio de la flora micológica ha sido realizado de forma convencional mediante listas de especies observadas en varias parcelas de, aproximadamente, 10 m. × 10 m., elegidas al azar. Al lado del nombre específico se ha indicado, mediante +, 1 ó 2, la abundancia de la especie en cada parcela. En la vertiente sur, dada su heterogeneidad, ha sido necesario estudiar seis de esas parcelas, mientras que en la norte, sólo analizaron dos, pues el número de especies que aparecía era menor y, además, siempre las mismas —homogeneidad.

RESULTADOS

Citamos a continuación, por orden alfabético, las especies reconocidas en la zona estudiada, indicando su frecuencia y abundancia, así como detalles de su ecología.

Los datos de frecuencia y abundancia se deducen de la tabla-resumen que aparece seguidamente, en la que se señalan todas las especies encontradas en cada una de las orientaciones, norte y sur, el número de parcelas en que cada especie aparece y la abundancia —+, 1, 2— con que se ha observado.

Las especies reconocidas han sido las siguientes:

Aleuria aurantia (Pers.) Romagn.
(= **Peziza aurantia** Pers: ex Fr.)

Muy abundante en el camino forestal de la cara norte, no apareciendo, o muy raramente, en el mismo camino que bordea la ladera sur.

Auriscalpium vulgare Karst.
(= **Pleurodon auriscalpium**, (Lin. ex Fr.) Quèl.)

Poco abundante, pero bastante frecuente, sobre las ramas caídas de los pinos. No se ha encontrado más que en la ladera sur.

Boletus granulatus Fr. ex L.

Bastante común en la ladera sur, semienterrado entre las agujas de los pinos.

Boletus luteus Fr. ex L.

Poco frecuente en las dos laderas.

Boletus piperatus Fr. ex Bull.

Poco frecuente y poco abundante. Sólo se ha encontrado en la ladera sur.

Calodon zonatum (Batsch ex Fr.) Quèl.

Se ha encontrado exclusivamente en los bordes del camino que corre la cresta.

Cantharellus lutescens (Pers.) Kühn. & Romagn.

Muy abundante en la cara sur, en masas apelotonadas de muchos individuos.

No se encontró ningún ejemplar en la parte norte.

Ciliaria scutellata (Lin. ex Fr.) Bound.

Común en el camino forestal de la ladera norte, conviviendo con la *Aleuria aurantia*.

Clavaria amethystina Bat. ex Fr. (Grupo)

Muy rara. Ha sido hallada bajo el boj de la ladera sur.

Clitocybe infundibuliformis Fr. ex Schaef.

Raro en la ladera norte.

Clitocybe del grupo **infundibuliformis**

Posiblemente sea la variedad «*catinus*» (Fr.) Maire, con píleo completamente blanco. Es muy común por todo el monte.

Clitocybe nebularis Fr. ex Batsch.

Muy frecuente en la ladera sur, no ha sido encontrado en la ladera norte.

Collybia butyracea Fr. ex Bull.

Ha aparecido en la ladera sur, bajo boj.

- Coriolus versicolor** Lin. ex Fr.
Sobre troncos y ramas de pino, en todo el monte.
- Crepidotus variabilis** ss. Pat.
Común entre *Genista hispanica* L. subsp. *occidentalis* Ry., en la ladera norte, mucho más húmeda.
- Geastrum nanum** (Pers.) Hollós
Poco frecuente en la ladera norte.
- Gomphidius viscidus** Fr. ex L.
Bastante frecuente por todo el monte.
- Hebeloma crustuliniforme** Fr. ex Bull.
Frecuente únicamente en la ladera norte, más húmeda.
- Hebeloma mesophaeum** Fr. ex Pers.
Frecuente en la ladera sur, especialmente en los caminos, entre las ramas caídas.
- Hebeloma sinapizans** Fr. ex Paul.
Poco frecuente; en ambas laderas.
- Hygrophorus chlorophanus** Fr.
Raro y muy localizado en pequeños prados de la ladera norte.
- Hygrophorus olivaceo-albus** Fr.
Frecuente por toda la zona, pero mucho más abundante en el pinar de orientación norte.
- Hypholoma fascicularis** (Fr. ex Huds.) Quèl.
Abundante sobre los tocones en la ladera sur.
- Hypomyces lateritius** Fr.
Raro. Sobre *Lactarius deliciosus*.
- Inocybe geophylla** Fr. ex Sow.
Frecuente en la cara sur.

Inocybe umbrina Bres.

Raro.

Lactarius deliciosus Fr. ex L.

Frecuente por toda la zona, pero especialmente en la ladera sur.

Lepiota kühneri Huigsman

Se encontraron unos pocos ejemplares muy localizados.

Lepiota procera Fr. ex Scop.

Bastante rara en la zona.

Marasmius ramealis Fr. ex Bull.

Muy frecuente en los pinares húmedos de la vertiente norte.

Merulius tremellosus Schrad. ex Fr.

Se encuentra sobre tocones de pino, en la cara sur.

Mycena alcalina ss. Schroet.

Poco frecuente.

Mycena lactea ss. Lange

Abundante en la cara norte.

Mycena pura Fr. ex Pers.

Frecuente por toda la zona.

Ramaria gracilis Pers. ex Fr.

Frecuente por todo el área, pero especialmente en la cara norte o en lugares muy umbríos de la cara sur.

Rhodopaxillus nudus (Fr. ex Bull.) Kühn. & Romagn.

Poco frecuente por todo el monte.

Rhodopaxillus saevus (Gill.) Kühn. & Romagn.

Bastante raro.

Russula cyanoxantha Fr. ex Schaef.

Frecuente en la cara sur. No se encontró en la ladera norte.

Russula queletti Fr.

Frecuente por toda la zona.

Russula sanguinea Fr. ex Bull.

Frecuente por toda la zona, pero especialmente abundante en la cara sur.

Stereum hirsutum (Willd. ex Fr.) Romagn.

Frecuente por toda la zona.

Tremella mesenterica Rtz.

Encontrada sobre ramas muertas de *Quercus faginea* Lamk. en la cara norte, en zonas con mucha humedad, en bordes del pinar.

Tricholoma albo-bruneum Pers. ex Fr.

Algo frecuente por toda la zona.

Tricholoma sejunctum Sow. ex Fr.

Algo frecuente por toda la zona. Poco abundante.

Tricholoma terreum Schaef. ex Fr.

Frecuente por toda la zona, pero muy abundante en la cara norte.

Tricholomopsis rutilans Schaef. ex Fr.

Raro. Algún ejemplar encontrado sobre tocones en la cara sur.

DISCUSION

Total de especies encontradas en la zona	50
" " " " " " cara sur	43
" " " " " " norte	23
" " " comunes a ambas vertientes	16
" " " encontradas sólo en la cara sur	27
" " " " " " " " norte ...	7

Del total de especies reconocidas, cincuenta, una gran mayoría, cuarenta y tres, aparecen en la cara sur, frente a las veintitrés de

TABLA - RESUMEN

	Sur		Norte	
	Frec.	Abund.	Frec.	Abund.
<i>Aleuria aurantia</i>	I	+	II	2
<i>Auriscalpium vulgare</i>	III	+		
<i>Boletus granulatus</i>	I	1		
<i>Boletus luteus</i>	I	+		
<i>Boletus piperatus</i>	I	+		
<i>Calodon zonatum</i>	II	1		
<i>Cantharellus lutescens</i>	V	2		
<i>Ciliaria scutellata</i>			II	1
<i>Clavaria amethystina</i>	I	+		
<i>Clitocybe infundibuliformis</i>			I	+
<i>Clitocybe Gr. infunfibuliformis</i>	VI	1	I	+
<i>Clitocybe nebularis</i>	IV	1		
<i>Collybia butyracea</i>	II	+		
<i>Coriolus versicolor</i>	I	1	I	1
<i>Crepidotus variabilis</i>			II	2
<i>Geastrum nanum</i>	I	+		
<i>Gomphidius viscidus</i>	IV	1	II	1
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>			I	1
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	III	1		
<i>Hebeloma sinapizans</i>	I	+	I	+
<i>Hygrophorus chlorophanus</i>	I	+		
<i>Hygrophorus olivaceo-albus</i>	IV	+	II	2
<i>Hypoloma fascicularis</i>	III	1		
<i>Hypomyces lateritius</i>	I	+		
<i>Inocybe geophylla</i>	II	1		
<i>Inocybe umbrina</i>	I	+		
<i>Inocybe sp.</i>	I	+		
<i>Lactarius deliciosus</i>	VI	2	I	1
<i>Lepiota kühneri</i>	I	+		
<i>Lepiota procera</i>	I	+		
<i>Lepiota sp.</i>	I	+		
<i>Marasmius ramealis</i>			II	1
<i>Merulius tremellosus</i>	II	1		
<i>Mycena alcalina</i>	I	+		
<i>Mycena lactea</i>			II	2
<i>Mycena pura</i>	III	1	I	+
<i>Mycena sp.</i>	I	+		
<i>Ramaria gracilis</i>	III	+	II	2
<i>Rhodopaxillus nudus</i>	I	+	I	+
<i>Rhodopaxillus saevus</i>	I	+		
<i>Rhodophyllus sp.</i>	I	+		
<i>Russula cyanoxantha</i>	III	1		
<i>Russula queletii</i>	IV	1	I	+
<i>Russula sanguinea</i>	VI	2	I	+
<i>Stereum hirsutum</i>	IV	1	I	1
<i>Tremella mesenterica</i>			I	+
<i>Tricholoma albobruneum</i>	II	1	I	1
<i>Tricholoma sejunctum</i>	II	+	I	+
<i>Tricholoma terreum</i>	IV	1	II	2
<i>Tricholomopsis rutilans</i>	I	+		

la cara norte. Es decir, existe una gran diversidad de especies en la cara sur, cuya explicación parece estar en la heterogeneidad del bosque: pinos, cipreses, bojés, y en la afluencia de excursionistas.

Las veintitrés especies encontradas en la cara norte, por tratarse de un pinar bastante homogéneo, sin explotar, y con poca influencia antropozoógena, se pueden considerar como propias de pinar. De esas veintitrés, dieciséis son comunes a ambas laderas, pero siete sólo aparecen en la cara norte:

1. *Ciriaria scutellata*.
2. *Clitocybe infundibuliformis*.
3. *Crepidotus variabilis*.
4. *Hebeloma crustuliniforme*.
5. *Marasmius ramealis*.
6. *Mycena lactea*.
7. *Tremella mesenterica*.

a pesar de la gran riqueza en especies de la cara sur, cuarenta y tres.

Si nos fijamos detenidamente, esas siete especies son las que se encuentran en menor abundancia en la cara norte, razón por la que su difusión a la cara sur debe resultar difícil. Se puede hacer la salvedad de *Crepidotus variabilis* y *Mycena lactea*, ambos abundantes en la cara norte; pero el carpóforo del primero es de pequeño tamaño y se encuentra en el interior de las almohadillas de *Genista hispanica* L. subsp. *occidentalis* Ry., por lo que su dispersión es limitada, así como en el caso de *Mycena lactea*, cuyos carpóforos de 15 mm. como máximo se encuentran en el suelo, semicubiertos por las agujas del pino.

Con este mismo criterio interpretamos que *Aleuria aurantia*, *Hygrophorus olivaceoalbus*, *Ramaria gracilis* y *Tricholoma terreum*, abundantes en la vertiente norte, han podido extenderse a la cara sur, donde se encuentran poco representadas y localizadas en microclimas húmedos, y contribuyen así a aumentar la riqueza micológica de la vertiente sur.

Se puede también interpretar, aunque con ciertas reservas, que *Clitocybe* gr. *infundibuliformis*, *Lactarius deliciosus*, *Russula queletti* y *Russula sanguinea*, más propias de la solana y más abundantes en la vertiente sur, han penetrado en la norte, más húmeda, donde están poco representadas.

RESUMEN

Se ha estudiado la flora micológica de un pinar que ocupa parte de las vertientes norte y sur del monte de San Cristóbal, Pamplona (Navarra). Se han reconocido cincuenta especies en total. Se ha realizado un estudio comparativo de las dos vertientes, analizando sus diferencias desde el punto de vista ecológico.

REFERENCIAS

- BARRAGÁN LANDA, E.
1969 Oligoelementos en suelos de Navarra. Tesis Doctoral, manuscrito. Granada.
- BOLÓS, O.
1960 La transición entre la Depresión del Ebro y los Pirineos en el aspecto geobotánico. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 18: 199-254. Madrid.
- BOURDOT ET GALZIN
1969 Hymenomycetes de France. Paris, Lechevalier./Lehre, J. Cramer.
- CONSTANTIN, M. J. & DUFOUR, M. L.
1947 Nouvelle Flore des champignons. Paris.
- DENNIS, R. W. G.
1968 British Ascomycetes. Rev. and enlarged ed of British Cup. Fungi. Lehre, J. Cramer.
- KÜHNER, R. et ROMAGNESI, H.
1953 Flore analytique des champignons superieurs. Paris.
- LANGE, J. E.
1969 Guía de campo de los hongos de Europa. Traducción por Xavier Llimona. Barcelona.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, M. L.
1970 Aportación al estudio de la Flora y del Paisaje vegetal de las Sierras de Urbasa, Andía, Santiago de Lóquiz y El Perdón (Navarra). Tesis Doctoral, manuscrito. Pamplona.
- LOSA QUINTANA, J. M.
1960 Contribución al estudio y revisión de los *Inocybes* españoles. *C. S. I. C. Inst. A. J. Cavanilles*, Barcelona.
- RIVAS GODAY, S.
1955 Los grados de vegetación de la Península Ibérica. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 13: 269-331, Madrid.
- RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTÍNEZ, S.
1967 Matorrales y tomillares de la Península Ibérica, comprendidos en la clase *Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl. 1947. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 25: 1-201. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.
1964 Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos en la España Peninsular. *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 22: 343-405. Madrid.
- ROMAGNESI, H.
1963 *Petit atlas des champignons*. Tomos I, II, III, Bordas.
- TUTIN, T. G. & all.
1964, 1968 *Flora Europaea*. Vol. I y II. Cambridge.

Concentración de hidratos de carbono en combinaciones compatibles e incompatibles de melocotonero y ciruelo

por M. C. TABUENCA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 5 - VII - 73

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C., 1973. — Carbohydrate content of compatible and incompatible graft combinations including Peach, Myrobalan B and Brompton. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): 76-99.

The behaviour of double worked trees of Peach, Myrobalan B, Brompton, forming eighteen different combinations of top scion, intermediate, rootstock, is studied during the first year growth of the top scion.

The double worked trees were formed at two consecutive seasons. During the first growing season six combinations of single worked trees were obtained. During the second growing season eighteen combinations were obtained by top budding each of the three spp., on each of the six former combinations.

From among the six single worked combinations, only Peach/Myrobalan B showed external symptoms of translocated incompatibility.

When Peach/Myrobalan, showing external symptoms of incompatibility, was top worked either with Brompton or with Myrobalan B, the new combination became compatible. On the other hand, when the compatible combinations Myrobalan B/Peach, Myrobalan B/Brompton, and Brompton/Myrobalan B were top worked with Peach, the new combinations became incompatible.

At the end of the first year growth of the top scion, two trees of each combination were used for a study of the distribution of starch, sugars and hemicellulose in the different components of the double worked trees. Single worked and unworked trees were used for comparison, at the same time.

Peach as top scion had a higher sugar content than either Brompton or Myrobalan B as top scion. However stems of ungrafted Peach had a sugar content of the same level than Brompton or Myrobalan B top scions. This could be interpreted as an effect of the grafting of Peach and not as due to incompatibility since a higher sugar content of Peach top scions was noticeable in both compatible and incompatible combinations. It is not exclu-

ded that a higher sugar content in incompatible Peach scions may be found during other time of the year.

The starch content is very low in the intermediate and in the roots of incompatible combinations in which the intermediate is Myrobalan B (Peach/Myrobalan B/Brompton, Peach/Myrobalan B/Peach, as well as in the roots of incompatible combination, in which the rootstock is Myrobalan B (Peach/Peach/Myrobalan B, Peach/Brompton/Myrobalan B).

In the root system of Myrobalan B, with very low starch content, there is a high concentration of sugars. This may indicate that, sugars being translocated, either there are difficulties in starch synthesis or the hydrolysis process is predominating on synthesis process.

The same sugars, glucose, fructose and saccharose, were found in the different components of compatible and incompatible combinations. However there were two exceptions which seem to be unrelated to incompatibility. In the roots of the compatible Myrobalan B/Brompton/Myrobalan B, saccharose was not detected. On the other hand in the incompatible combination Peach/Peach/Myrobalan B, raffinose was detected in addition to glucose, fructose and saccharose.

Differences in hemicellulose content that could be related to compatibility were not detected.

The suggestion is made that either enzymatic or hormonal process are involved in the incompatibility between Peach and Myrobalan.

INTRODUCCION

El melocotonero injertado sobre ciruelo mirobolán es un ejemplo típico de incompatibilidad traslocada. Las características de este tipo de incompatibilidad son las siguientes (Mosse, 1962):

- El empleo de un intermediario compatible con la variedad y el patrón no evita la incompatibilidad.
- La combinación recíproca tiene un comportamiento diferente.
- El floema sufre degeneración.
- La continuidad vascular en la unión es normal.
- Hay efectos tempranos sobre el crecimiento y síntomas externos de enfermedad.
- El almidón se acumula encima de la unión y hay ausencia total o casi total debajo de la misma.

La interdependencia de síntomas externos e internos y su relación con posibles alteraciones en la traslocación ha sido discutida por varios autores (Mc CLINTOCK, 1948; MOSSE, 1955, 1962; HERRERO, 1955a, 1955b, 1956; TABUENCA, 1962).

TABUENCA (1962) estudiando la combinación compatible melocotonero/Brompton y la incompatible melocotonero/Mirobolán B encuentra que la ausencia de almidón en las raíces de melocotonero/mirobolán no es debida ni a diferencias cualitativas en los azúcares de traslocación ni a ausencia de dichos azúcares en el sistema radicular de la combinación incompatible. Por otra parte, HERRERO (1955a) observa que las raíces de plantas incompatibles de la combinación melocotonero/mirobolán desprovistas de almidón, recuperan éste cuando por medio del sobreinjerto, se sustituye el sistema foliar de melocotonero por el de mirobolán.

En el presente trabajo se trata de comprobar las observaciones de TABUENCA (1962), en combinaciones compatibles e incompatibles que al ser sobreinjertadas sufren un cambio en el contenido en almidón de su sistema radicular. Para este fin se estudia la distribución de hidratos de carbono, azúcares, almidón y hemicelulosa, en árboles sobreinjertados en los que melocotonero, Mirobolán B y Brompton se injertan como injerto superior, intermediario y patrón en 18 combinaciones distintas.

MATERIAL Y METODOS

A. *Ensayo de campo*

Con el fin de realizar el presente trabajo se plantea un ensayo de campo en el cual los patrones Brompton (*Prunus domestica* L.) y Mirobolán B (*Prunus cerasifera* Ehrh.), ambos selección de East Malling, y melocotonero franco (*Prunus Persica* L. Batsch) se plantan, en número de 90, durante el invierno, con un año de edad. En el verano se injerta la especie que ha de constituir el intermediario, para ello los 90 árboles de cada patrón se injertan por mitad con cada uno de los otros dos patrones considerados. Se forman así seis combinaciones distintas, con 45 árboles por combinación, que se reparten en tres bloques y se sobreinjertan al verano siguiente con una de las tres especies que han de constituir el injerto superior. De esta manera se obtienen teóricamente 15 árboles de cada una de las 18 combinaciones en las que forman parte las tres especies citadas en diferentes posiciones.

Se plantea también un segundo ensayo con el fin de tener árboles sin injertar de las tres especies las cuales se plantan durante el invierno. Una parte de los mismos se injertan en el verano para tener las seis combinaciones que se forman al injertar las tres especies dos a dos. Los árboles de este segundo ensayo se utilizan para comparar su comportamiento y composición con la de los sobreinjertados.

En adelante, Brompton, Mirobolán B y melocotonero se designan por Br, MB y me respectivamente. Una notación del tipo Br/MB indica un árbol en el cual Brompton constituye el injerto superior y Mirobolán B el patrón y una notación del tipo Br/me/MB indica un árbol en el cual Brompton constituye el injerto superior, melocotonero el intermediario y Mirobolán B el patrón.

B. *Toma y preparación de las muestras*

La toma de muestras se realiza al año siguiente al del injertado, durante los últimos días de octubre y primeros de noviembre, arrancando siempre los árboles en las primeras horas de la mañana, con el fin de evitar en lo posible la influencia de las variaciones diurnas en el contenido de los hidratos de carbono.

En cada uno de los árboles sobreinjertados se toman cinco muestras: ramas laterales y parte del tallo inmediatamente encima de la unión, ambas correspondientes al injerto superior, intermediario, y parte del tallo inmediatamente debajo de la unión inferior y raíces, las dos últimas correspondientes al patrón.

En árboles formados solamente por dos especies injertadas entre sí se toman cuatro muestras: ramas laterales y parte del tallo inmediatamente encima de la unión, y parte del tallo debajo de la unión y raíces, las dos primeras muestras correspondientes al injerto y las dos últimas constituyentes del patrón.

Por último, los árboles sin injertar se arrancan al final del primer año de plantación en vivero y solamente se toman tres muestras, sustituyendo las de encima y debajo de la unión por una única a la altura en que la unión se encontraría.

Las muestras se limpian frotando con un algodón humedecido en agua destilada, se trocean y secan en estufa eléctrica de aire forzado a 65 °C, para pulverizarlas posteriormente utilizando un molino de piñón.

C. *Métodos de análisis*

La determinación de azúcares reductores y no reductores, la cromatografía de los mismos y la determinación de almidón se realiza de la manera indicada en un trabajo anterior (TABUENCA, 1962).

La determinación de hemicelulosa se lleva a cabo mediante hidrólisis ácida realizada sobre la misma muestra en que previamente se han extraído los azúcares y posterior reducción de la solución de Fehling, como se hace para los azúcares. De esta manera se valoran juntos almidón y hemicelulosa, obteniéndose por diferencia la concentración de esta última.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

A. *Comportamiento de las distintas combinaciones*

Las combinaciones en que el patrón es MB y la especie injertada es me, muestran durante la segunda mitad del verano del primer año de crecimiento signos externos de incompatibilidad. Las hojas toman una coloración rojiza y se curvan y los árboles detienen su crecimiento y se defolían prematuramente.

Cuando árboles de esta combinación, que tiene signos externos de incompatibilidad, se sobreinjertan con Br o MB, en las nuevas combinaciones formadas desaparecen los síntomas de incompatibilidad, mientras que cuando el sobreinjerto es de nuevo me, los árboles siguen mostrándose incompatibles por segundo año consecutivo.

Aparecen signos externos de incompatibilidad por primera vez, en el verano siguiente al del sobreinjertado, en las combinaciones en que siendo el injerto superior me, está presente MB ya sea como intermediario o como patrón.

El número de árboles por combinación observado varió entre 3 y 12, habiendo constancia en el comportamiento para todos los árboles de una misma combinación.

En el cuadro núm. 1 se indican las distintas combinaciones formadas y su comportamiento tanto en el primer año después de

injertar el intermediario, como en el siguiente después del sobreinjertado. También se indica, la altura alcanzada por los árboles en el momento de su arranque para la toma de muestras, altura que está medida a partir de la unión superior.

CUADRO 1.— *Distintas combinaciones formadas, comportamiento en el primer año después de injertar el intermediario y en el siguiente después del sobreinjertado. Altura alcanzada por los árboles medida a partir de la unión superior.*

Injerto superior	Intermediario	Patrón	(1) Síntomas externos de incompatibilidad manifestados después de		Altura cm.
			injertar intermediario	sobreinjertar	
me	me	MB	+	+	73
me	me	Br	—	—	143
me	Br	me	—	—	155
me	Br	MB	—	+	118
me	MB	me	—	+	105
me	MB	Br	—	+	103
MB	me	MB	+	—	123
MB	me	Br	—	—	163
MB	Br	me	—	—	175
MB	Br	MB	—	—	155
MB	MB	me	—	—	175
MB	MB	Br	—	—	175
Br	me	MB	+	—	113
Br	me	Br	—	—	148
Br	Br	me	—	—	155
Br	Br	MB	—	—	133
Br	MB	me	—	—	145
Br	MB	Br	—	—	158

(1) + con síntomas incompatibilidad.
— sin síntomas.

Los árboles que tienen su crecimiento restringido son los pertenecientes a la combinación me/me/MB, los que tienen MB como intermediario (me/MB/Br y me/MB/me) y me/Br/MB. La primera de dichas combinaciones es incompatible cuando sólo el intermediario está injertado y sigue siéndolo al sobreinjertar. Las otras tres combinaciones muestran signos de incompatibilidad durante el año siguiente al sobreinjertado, al final del cual es cuando se miden los árboles y arrancan para la toma de muestras.

También tienen menor crecimiento que otras combinaciones compatibles aquellas que, siendo compatibles después del sobrein-

jertado, eran incompatibles en el primer año cuando sólo el intermediario estaba injertado (Br/me/MB y MB/me/MB).

De las seis combinaciones formadas al injertar entre sí dos de las especies, me/MB, con signos externos de incompatibilidad, tiene el menor crecimiento al fin del primer año.

B. Distribución de los hidratos de carbono

1. Azúcares

En las figuras 1, 2 y 3 se representa la distribución de azúcares reductores, no reductores y totales en los distintos órganos de las

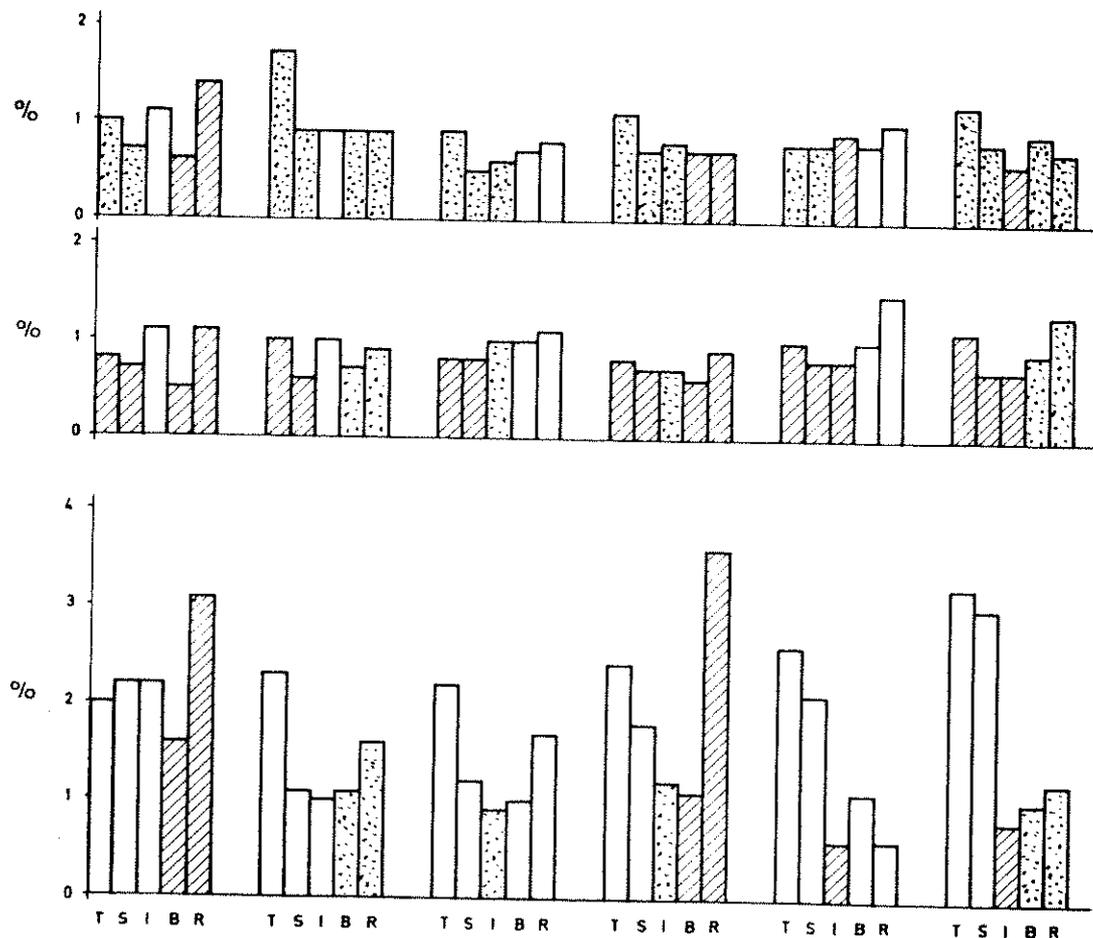


FIG. 1. Distribución de azúcares reductores en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas. En blanco se representa me, punteado el Br y rayado el MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, I intermediario, B porción del tallo del patrón inmediatamente bajo la unión y R raíces.

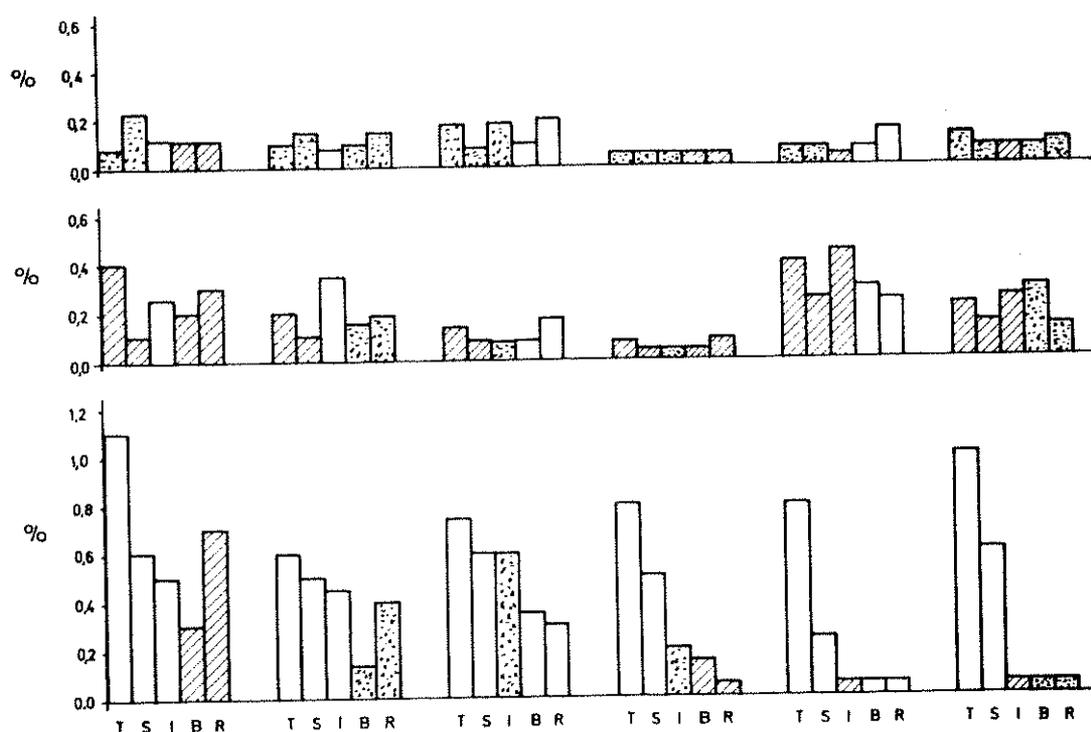


FIG. 2. Distribución de azúcares no reductores en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas. En blanco se representa me, punteado el Br y rayado el MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, I intermediario, B porción del tallo del patrón inmediatamente bajo la unión y R raíces.

18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas.

En la figura 4 se representa la concentración de azúcares reductores, no reductores y totales en distintos órganos de árboles con sólo dos componentes y en árboles sin injertar.

Todas las combinaciones en que el injerto superior es melocotonero, independientemente de su compatibilidad, tienen, en tallos, una concentración de azúcares reductores y no reductores mayor que las que tienen por injerto superior Brompton o Mirobolán B. Al ser mayor la concentración tanto de azúcares reductores como de no reductores lo es también la de azúcares totales.

En árboles con sólo dos componentes la concentración de azúcares en tallos es mayor cuando la especie injertada es me. En árboles sin injertar no se aprecian apenas diferencias en la concentración de azúcares en tallos entre las tres especies, siendo baja en todos los casos.

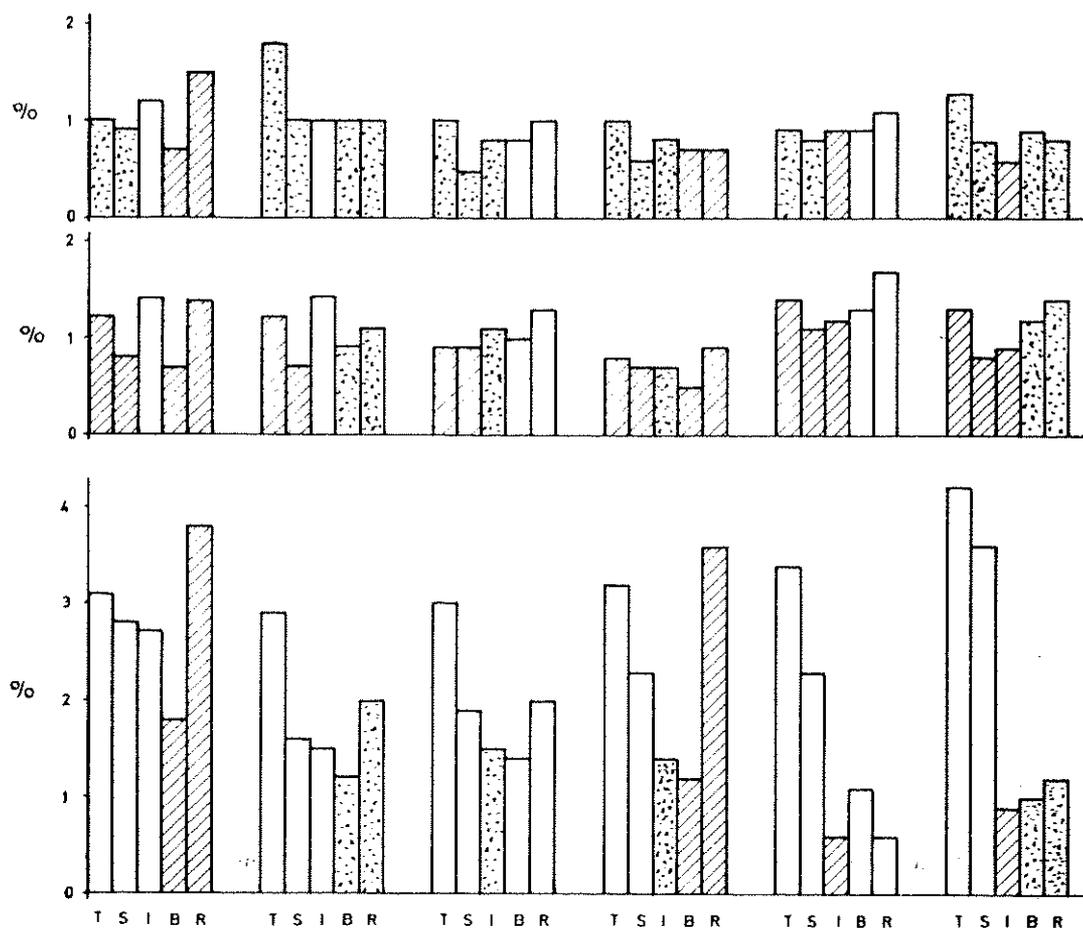


FIG. 3. Distribución de azúcares totales en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas. En blanco se representa me, punteado el Br y rayado el MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, I intermediario, B porción del tallo del patrón inmediatamente bajo la unión y R raíces.

Entre las combinaciones en que el injerto superior es melocotonero, las dos incompatibles en que MB está como intermediario (me/MB/Br y me/MB/me) son las que tienen las mayores concentraciones, en tallos, tanto de azúcares reductores como totales; en las dos combinaciones incompatibles en que MB está como raíz (me/Br/MB y me/me/MB) hay una concentración, en tallos, de azúcares totales sólo ligeramente mayor que en las dos combinaciones compatibles (me/Br/me y me/me/Br). Entre estas cuatro últimas combinaciones no hay diferencias relacionadas con la compatibilidad, en el contenido de azúcares reductores; ni entre las seis combinaciones con injerto superior melocotonero en el contenido de azúcares no reductores.

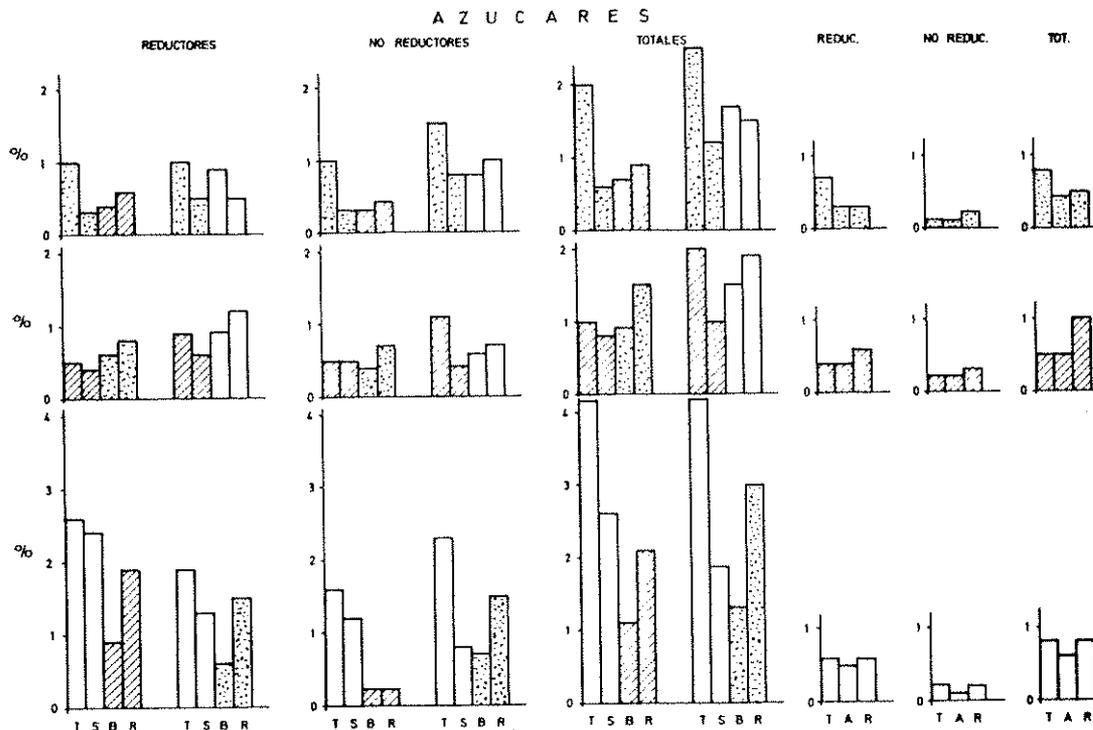


FIG. 4. Distribución de azúcares reductores, no reductores y totales en distintos órganos de árboles injertados con sólo dos componentes y en árboles sin injertar. En blanco se representa me, punteado el Br y rayado el MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, B porción del tallo bajo la unión, R raíces y en árboles sin injertar A indica una porción del tallo a la altura en que está la unión en árboles injertados.

No se aprecian diferencias de concentración de azúcares reductores, no reductores y totales, en tallos, en combinaciones que siendo incompatibles en el primer año de injerto cambian en el segundo a compatibles por el sobreinjertado (Br/me/MB y MB/me/MB), con respecto a todas las demás combinaciones en que el injerto superior es Br o MB, las cuales no muestran signos de incompatibilidad ni en el primer año de injerto ni en el siguiente al ser sobreinjertadas.

En todos los casos la concentración de azúcares no reductores es inferior a la de reductores. La relación en que se encuentran parece depender más de la especie que constituye el injerto superior que de la compatibilidad.

La concentración de azúcares totales, reductores y no reductores es del mismo orden o mayor en la parte superior del tallo que en la parte del mismo inmediatamente encima de la unión en las

18 combinaciones consideradas. También en la zona del árbol últimamente citada es menor la concentración de azúcares no reductores que la de reductores en todas las combinaciones.

La concentración de azúcares reductores y no reductores es mayor encima que debajo de la unión superior en las dos combinaciones en que el injerto es melocotonero y MB está como intermediario (me/MB/me y me/MB/Br) y también, aunque con menos diferencia, encima de la unión me/Br cuando MB está como raíz (me/Br/MB) pero no cuando lo está melocotonero (me/Br/me).

Hay mayor concentración de azúcares reductores y totales encima que debajo de la unión inferior cuando ésta es me/MB cualquiera que sea el injerto superior (me/me/MB, MB/me/MB y Br/me/MB) y también encima de la unión me/Br cuando el sobreinjerto es MB (MB/me/Br) pero no cuando es melocotonero o Br (me/me/Br y Br/me/Br).

Esto es, hay mayor contenido de azúcares encima que debajo de todas las uniones me/MB independientemente de la especie que constituya el tercer componente del árbol y por tanto de que la combinación sea incompatible o haya dejado de serlo por el sobreinjerto; y hay también mayor concentración de azúcares encima que debajo de las uniones me/Br cuando el tercer componente es MB independientemente de que MB esté como raíz, combinación incompatible, o que esté como follaje, combinación compatible.

En árboles con sólo dos componentes la cantidad de azúcares es mayor encima que debajo de la unión solamente cuando la especie injertada es melocotonero (me/Br, me/MB).

La concentración de azúcares reductores, no reductores y totales en el tallo del patrón es de igual orden o menor que en las raíces del mismo, siendo también en ambas zonas del árbol mayor la concentración de azúcares reductores que la de no reductores.

La mayor concentración de azúcares reductores y totales en raíces de las 18 combinaciones estudiadas corresponde a las dos combinaciones incompatibles en que el injerto superior es melocotonero y la raíz MB, me/me/MB y me/Br/MB, la primera de ellas tiene también la mayor concentración de azúcares no reductores en raíces mientras que la segunda tiene precisamente la menor. En combinaciones incompatibles en que MB está como intermediario (me/MB/Br y me/MB/me) la concentración de azúcares

en raíces es del mismo orden o menor que la de otras combinaciones compatibles en que el injerto superior es Br o MB.

En combinaciones compatibles en que el injerto superior es me (me/me/Br y me/Br/me) la concentración de azúcares en raíces es superior a la de otras combinaciones compatibles con injerto superior Br o MB.

En árboles con sólo dos componentes la concentración de azúcares reductores y totales en raíces es mayor cuando la especie injertada es me que cuando es Br o MB. Sin embargo, me y MB sin injertar tienen una concentración de azúcares en raíces semejante, siendo algo menor la de Br.

En la mayoría de las combinaciones ya tengan me, Br o MB como patrón el contenido de azúcares en raíces es mayor que el que tienen raíces de las mismas especies cuando corresponden a árboles sin injertar, en algunas combinaciones (Br/me, Br/MB, Br/Br/MB, MB/Br/MB y me/MB/me) es ligeramente menor, pero estos casos no están ligados a la incompatibilidad.

En la cromatografía de azúcares se han encontrado los mismos azúcares glucosa, fructosa y sacarosa en todas las partes del árbol, en todas las combinaciones, así como en árboles sin injertar. Únicamente en raíces de la combinación MB/Br/MB no se detecta sacarosa en ninguno de los tres árboles de que se dispone.

Además de estos tres azúcares hay rafinosa en la combinación me/me/MB, especialmente en injerto superior e intermediario, melocotonero, y sólo trazas en raíz, mirobolán. Esta es la única combinación en que la incompatibilidad se manifiesta durante el primer año y sigue siendo incompatible en el segundo después de sobreinjertar y es también la que tiene mayor concentración de azúcares. Alta concentración del substrato puede inducir la formación del citado oligosacárido (HASSID, 1969).

2. Almidón

En la figura 5 se representa la distribución de almidón en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, MB y Br en diferentes posiciones relativas y en la figura 6 la concentración de almidón en árboles con sólo dos componentes y en árboles sin injertar.

En el injerto superior apenas se aprecian diferencias en concentración de almidón entre las 18 combinaciones estudiadas. Cuan-

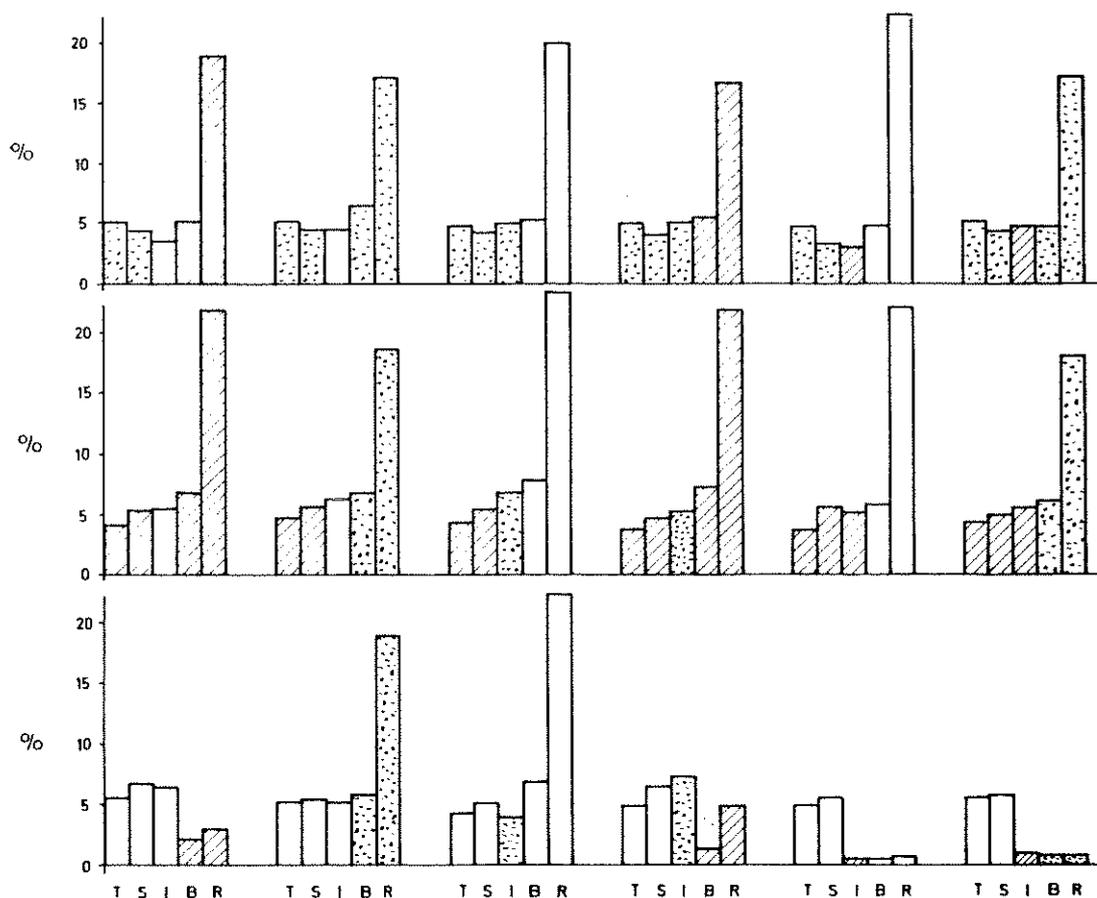


FIG. 5. Distribución de almidón en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas. En blanco se representa me, punteado Br y rayado MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, I intermediario, B porción del tallo del patrón inmediatamente bajo la unión y R raíces.

do el injerto superior es me o MB la concentración de almidón es menor en la parte alta del mismo que inmediatamente encima de la unión y es mayor en la parte alta que encima de la unión cuando es Br la especie injertada.

En combinaciones con sólo dos componentes la concentración de almidón en tallos no muestra diferencias que puedan estar relacionadas con la incompatibilidad.

La concentración de almidón encima de la unión superior es del mismo orden que debajo de ella en todas las combinaciones con excepción de las dos incompatibles en que siendo el melocotonero el injerto superior está MB como intermediario (me/MB/me y me/MB/Br). La concentración de almidón encima de la unión in-

ferior es del mismo orden que debajo de ella en todas las combinaciones excepto en las dos incompatibles que siendo melocotonero el injerto superior está MB como raíz (me/me/MB y me/Br/MB). En los cuatro casos comentados hay mayor concentración encima que debajo de la unión pero se debe más a un contenido muy pequeño debajo de la misma que a una concentración alta encima de ella, lo mismo ocurre en árboles de la combinación me/MB sin sobreinjertar.

En uniones me/MB, pertenecientes a árboles que han pasado a ser compatibles durante el segundo año por el sobreinjertado, la concentración de almidón es menor encima que debajo a pesar de ser mayor la concentración de azúcares en melocotonero.

En uniones me/Br, cuando el tercer componente del árbol es MB, hay menor concentración de almidón y mayor de azúcares encima que debajo de la unión; cuando MB está como patrón, combinación incompatible (me/Br/MB), la acumulación de azúcares tiene lugar encima de la unión superior y la disminución del contenido de almidón solo debajo de la unión inferior; cuando está MB como injerto superior, combinación compatible (MB/me/Br), hay una distribución normal de almidón con abundancia del mismo en las raíces a pesar de la acumulación de azúcares encima de la unión inferior. También hay una distribución normal de almidón, con abundancia del mismo en las raíces, en la combinación me/Br que igualmente tiene mayor concentración de azúcares encima que debajo de la unión.

En las seis combinaciones en que el injerto superior es Br hay poca diferencia en la concentración de almidón en el patrón. En estos casos, las mayores concentraciones de almidón en las raíces corresponde a las dos combinaciones que tiene me como patrón.

En las seis combinaciones en que el injerto superior es MB hay también escasa diferencia en la concentración de almidón en el patrón, las mayores concentraciones de almidón en las raíces corresponde a las combinaciones que tienen me y MB como patrón.

Tanto en árboles en que el injerto superior es Br como en aquellos en que es MB no se aprecia menor concentración de almidón en patrón en aquellas combinaciones que muestran signos de incompatibilidad en el primer año y que desaparecen por el sobreinjertado (Br/me/MB y MB/me/MB).

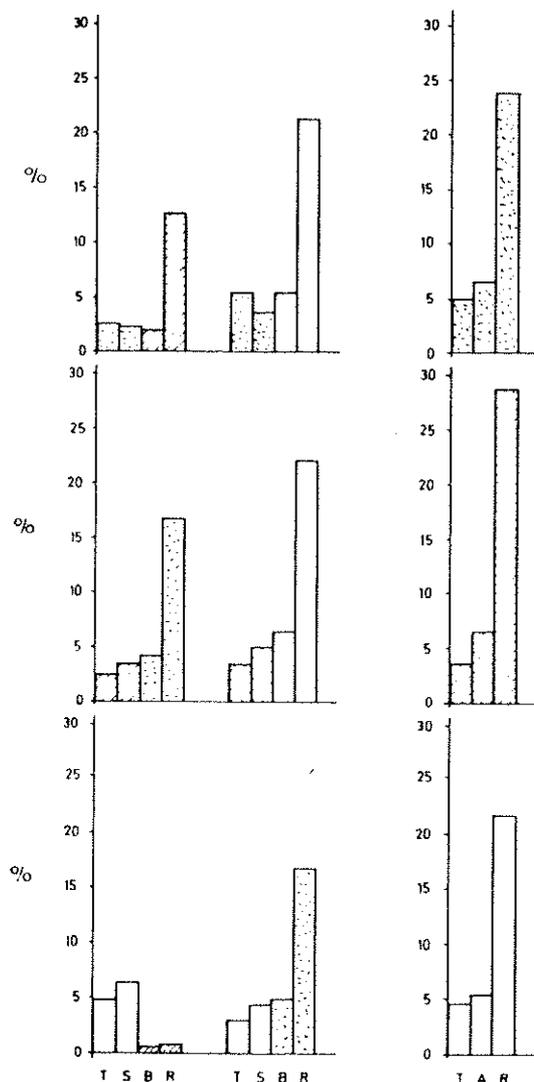


FIG. 6. Distribución de almidón en distintos órganos de árboles injertados con sólo dos componentes y en árboles sin injertar.

En blanco se representa me, punteado el Br y rayado el MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, B porción del tallo bajo la unión, R raíces, y en árboles sin injertar A indica una porción del tallo a la altura en que está la unión en árboles injertados.

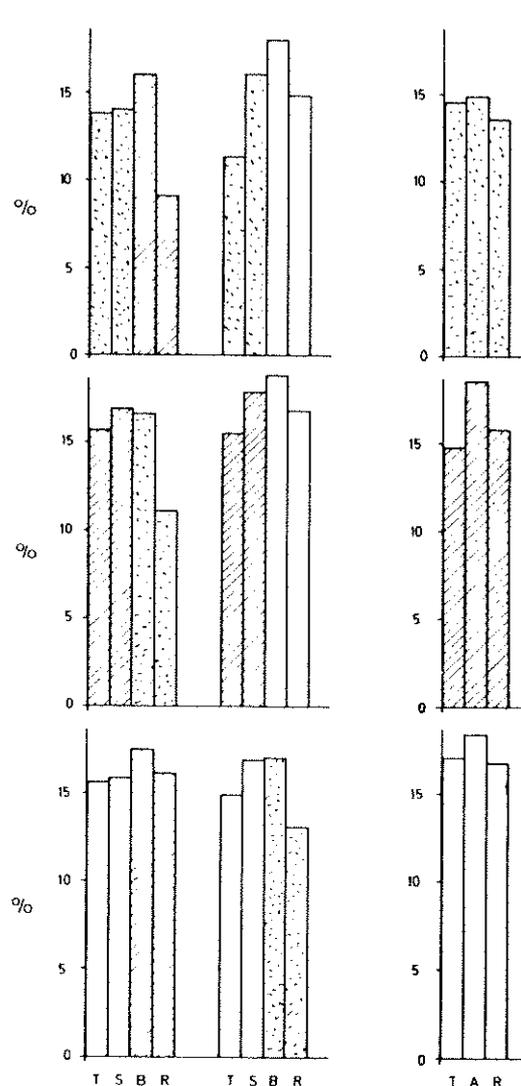


FIG. 8. Distribución de hemicelulosa en distintos órganos de árboles injertados con sólo dos componentes y en árboles sin injertar.

En árboles en que el injerto superior es melocotonero la mayor concentración de almidón en raíces corresponde a las dos combinaciones compatibles (me/Br/me y me/me/Br), dicha concentración es semejante a la que tienen el resto de las combinaciones compatibles; apenas hay almidón en las raíces de MB en las combinaciones incompatibles (me/me/MB y me/Br/MB) y todavía menos en las raíces de melocotonero y Br cuando tienen como

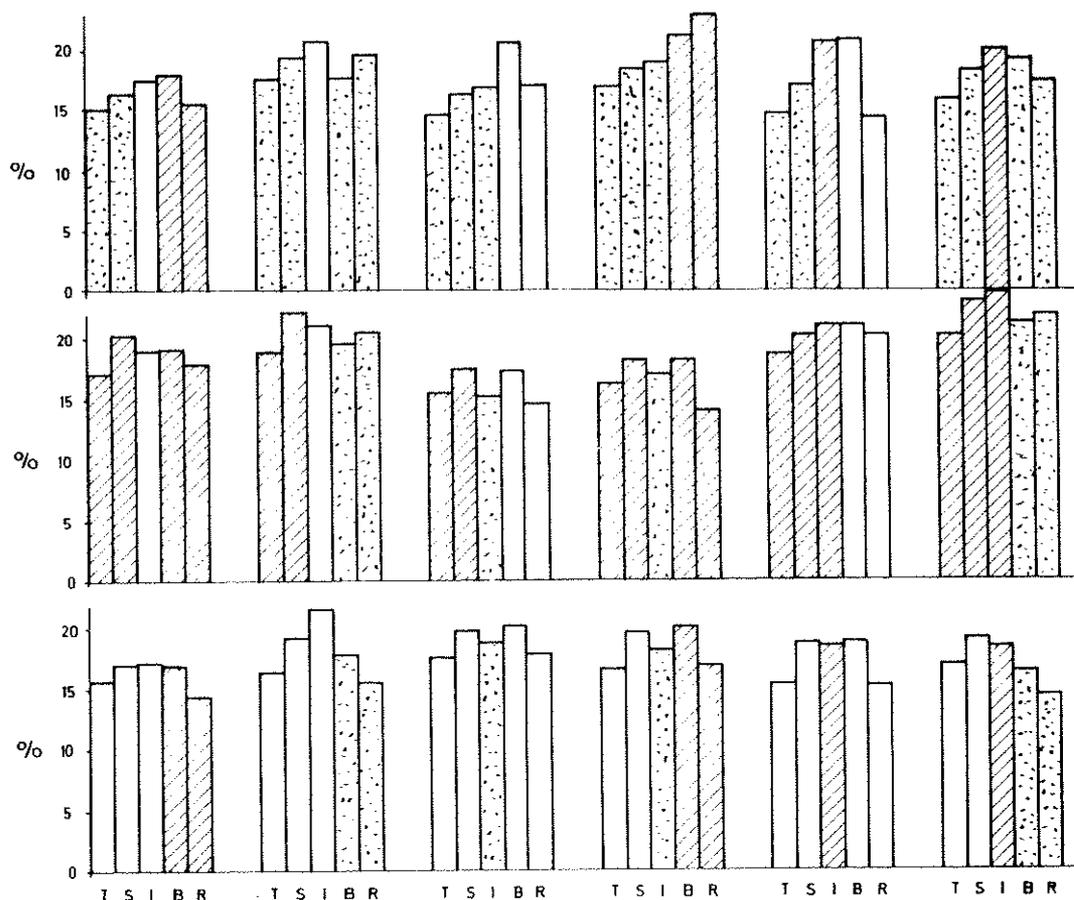


FIG. 7. Distribución de hemicelulosa en los distintos órganos de las 18 combinaciones formadas al injertar me, Br y MB en diferentes posiciones relativas. En blanco se representa me, punteado Br y rayado MB. T indica tallos, S porción del tallo sobre la unión, I intermediario, B porción del tallo del patrón inmediatamente bajo la unión y R raíces.

intermediario entre ellas y melocotonero al MB (me/MB/me y me/MB/Br).

En raíces de combinaciones compatibles e incompatibles, hay grandes diferencias en la relación entre azúcares totales y almidón, en las primeras este cociente es igual o inferior a 0,1, mientras que toma valores superiores a 0,8 en las segundas (3,0 en me/MB/Br, 2,0 en me/MB/me, 1,3 en me/me/MB y 0,8 en me/Br/MB).

La relación en que se encuentra la concentración de almidón entre tallos y raíces es inferior a 0,3 en todas las combinaciones compatibles mientras que es igual y aún muy superior a la unidad en las combinaciones incompatibles.

Si se consideran todas las combinaciones que tienen me como raíz y su contenido en almidón se compara con el que tienen raíces de melocotonero sin injertar, la concentración es muy semejante en todos los casos, excepto cuando se trata de la combinación incompatible me/MB/me en cuyas raíces hay muy poco almidón.

En las combinaciones compatibles que tienen Br o MB como raíz el contenido en almidón es algo menor que el que tienen estas mismas raíces cuando corresponden a árboles no injertados; en combinaciones incompatibles con estos mismos patrones la concentración de almidón en raíces es mucho menor.

3. *Hemicelulosa*

En las figuras 7 y 8 se ha representado la distribución de hemicelulosa en los distintos órganos de las combinaciones consideradas.

No se aprecian diferencias en concentración de hemicelulosa, en ninguna de las partes del árbol, que puedan ser achacadas a distinta compatibilidad, ni tampoco parecen estar relacionadas con la especie, lo mismo ocurre en combinaciones con sólo dos componentes y en árboles sin injertar.

DISCUSION

En el presente estudio las combinaciones que presentan síntomas externos de incompatibilidad, falta de crecimiento en la segunda mitad del verano, síntomas de enfermedad en las hojas y defoliación prematura, son aquellas que teniendo melocotonero como injerto superior tienen MB, ya sea como intermediario o como patrón, no dependiendo de la existencia del contacto directo entre me y MB puesto que se dan también cuando Br es el intermediario (me/Br/MB).

Por otra parte, cuando la combinación me/MB se sobreinjerta con Br o MB desaparecen los síntomas de incompatibilidad. La menor altura alcanzada por el injerto superior en estas dos combinaciones compatibles (Br/me/MB y MB/me/MB) al final del segundo año de crecimiento parece ser debida a las menores reservas acu-

muladas en raíces en el año precedente, en el cual los árboles se comportaron como incompatibles, y no a que una vez sobreinjertadas haya la falta de crecimiento durante la segunda mitad del verano típica de las combinaciones incompatibles.

Los árboles de la combinación me/me/MB son los de menor tamaño, en ellos a la falta de crecimiento del injerto superior durante la segunda mitad del verano se une la falta de reservas con que habían quedado las raíces el invierno anterior en la combinación me/MB también incompatible.

La mayor concentración de azúcares en tallos que hay en todas las combinaciones en que el injerto superior es me, con respecto a la que hay en combinaciones en que éste es Br o MB, podría denotar solamente una mayor capacidad de retención de azúcares por melocotonero. Sin embargo, la concentración de azúcares en tallos de me sin injertar es menor que la de me injertados y del mismo orden que la de Br o MB sin injertar; por tanto parece que la mayor concentración habría que achacarla al injertado con melocotonero, bien por un efecto de la unión disminuyendo la traslocación o por la presencia de otra especie en el mismo árbol que de alguna manera modifique traslocación o metabolismo, siendo independiente de la compatibilidad de la combinación.

No obstante, en un trabajo anterior (TABUENCA, 1962) se comprobó cómo en el mes de agosto la concentración de azúcares en tallos de me/MB era mucho mayor que en los de me/Br, lo que no sucede en noviembre, época en que se realiza este estudio. Pero si se tiene en cuenta que los árboles incompatibles se defolían anormalmente pronto, puede pensarse que en ellos parte de los azúcares acumulados hasta el verano se consume posteriormente, si no en el crecimiento, puesto que también dejan de crecer prematuramente, sí en respiración, o que dichos azúcares desaparecen en parte de los tallos por traslocación a otros órganos del árbol y mientras en árboles compatibles las pérdidas de azúcares por crecimiento, respiración o traslocación en esta época del año pueden ser compensadas por una nueva fotosíntesis, en árboles incompatibles, en la segunda mitad del verano, ésta no tiene lugar puesto que ya están defoliados. Así la concentración semejante de azúcares en tallos de combinaciones compatibles e incompatibles en noviembre parece no excluir que en meses anteriores fuese mayor en los últimos.

Cuando los hidratos de carbono producidos en la fotosíntesis se acumulan mucho más deprisa de lo que pueden ser asimilados, usados en la respiración o traslocados, la acumulación de azúcares en hojas puede reducir la fotosíntesis en las mismas (KRAMER y KOZLOWSKY, 1960; ESCHRICH, 1970) y puesto que existe competencia entre órganos y procesos por los hidratos de carbono y la acumulación en raíces tiene lugar sólo después de que otras demandas han sido satisfechas (KRAMER y KOZLOWSKY, 1960; WARDLAW, 1968) podría ocurrir que la reducción de la fotosíntesis llegara a disminuir las reservas acumuladas durante el verano de manera que fuese la causa de que no haya almidón en las raíces.

Pero estas hipótesis no explican el por qué se acumulan los hidratos de carbono en el injerto superior, ni justifican los cambios bruscos de concentración existentes encima o debajo de una unión, ni tampoco la concentración relativamente alta en que se encuentran los azúcares en las raíces de algunas combinaciones incompatibles en las que a pesar de ello no hay almidón.

La modificación del metabolismo de los hidratos de carbono en combinaciones incompatibles se pone de manifiesto claramente en la distribución del almidón.

La falta de almidón que se aprecia, ya sea sólo en el patrón o en éste y en el intermediario, en combinaciones incompatibles en que MB está como raíz o como intermediario respectivamente, no puede achacarse a la unión formada al injertar me sobre MB, puesto que si un árbol de la combinación me/MB, que muestra signos externos de incompatibilidad en el primer año de injerto, se sobreinjerta de tal manera que durante el segundo año la nueva combinación sea compatible, sus raíces pasan de apenas tener almidón a tenerlo en abundancia, como corresponde a un árbol normal y siguen estando me y MB en contacto. Además hay muy poco almidón debajo de la unión Br/MB en la combinación incompatible me/Br/MB caso que no se da en ninguna otra combinación que teniendo esa misma unión esa compatible. En trabajos anteriores (HERRERO, 1955a y b) se observó igualmente que la unión me/MB no parece obstáculo para el paso de las sustancias elaboradas.

El que me/MB, MB/me/MB y Br/me/MB tengan comportamiento distinto a pesar de tener la misma unión (me/MB), hace suponer la posibilidad de que la dificultad de paso no sea achacable a la unión sino a los productos transportados, bien por sintetizar

el melocotonero distintos azúcares que MB o Br, o bien que sintetizándose los mismos sea distinto el que se trasloca, pero en este estudio se comprueba la existencia de los mismos azúcares cualquiera que sea la especie que constituye el sistema foliar de la combinación. Un resultado semejante se obtuvo en un trabajo anterior con árboles de las combinaciones me/MB y me/Br (TABUENCA, 1962).

Rafinosa que se encuentra en distintos órganos de árboles de la combinación me/me/MB que han mostrado síntomas de incompatibilidad durante dos años consecutivos no está presente en otras combinaciones incompatibles, por lo que no parece que su presencia esté ligada al inicio de la incompatibilidad.

La elevada concentración de azúcares en raíces de me/me/MB y me/Br/MB, que va acompañada de falta de almidón, denota más que una falta de traslocación de azúcares una falta de síntesis de almidón, o un predominio de los procesos de hidrólisis sobre los de síntesis.

El almidón no puede pasar de célula a célula y tiene que ser sintetizado en los tejidos donde se encuentra, formándose por la condensación de cientos de moléculas de glucosa. Tanto los procesos de formación como los de hidrólisis del almidón son controlados por enzimas, los cuales son altamente específicos.

Ciertos casos de incompatibilidad se han relacionado con procesos enzimáticos u hormonales (STICTER, 1956; GUR, 1957; KOLESNIK y MALTABAR, 1969; SAFONOV y VEJDENBERG, 1969; VEJDENBERG y SAFONOV, 1969; SYGEL, 1966; HEUSER, 1972), y algunos autores consideran que un cierto enzima caracterizado por su actividad catalítica, puede variar según su origen, y que es probable que de una especie a otra la composición de una proteína enzimática muestre algunas diferencias mientras permanece constante dentro de la misma especie (MILLER, 1938; JAMES, 1967).

Recientemente HEUSER (1972) estudiando la incompatibilidad entre melocotonero y Mariana, un tipo muy parecido al existente entre melocotonero y Mirobolán, indica la presencia de una β -glucosidasa en el patrón que actúa sobre la prunasina contenida en los brotes de melocotonero y que parece estar relacionada con la incompatibilidad entre estas dos especies; esta hipótesis guarda cierta semejanza con la emitida por GUR (1957) para explicar la incompatibilidad entre peral y membrillero.

GUR (1957) atribuye la incompatibilidad a una hidrólisis del glucósido cianogenético prunasina característico del membrillero por la acción de la β -glucosidasa del peral. Las variedades de peral difieren en su capacidad de descomponer la prunasina por tener diferencias en contenido de sustancias inhibidoras de la actividad de la β -glucosidasa (GUR, 1957) o diferencias en el contenido en arbutina que por el contrario aumenta la actividad de la β -glucosidasa (GUR, SAMISH y LIFSHITZ, 1968).

BRIAN y DURON (1971) consideran que la influencia de las fitohormonas sobre las reacciones de incompatibilidad ha sido poco estudiada, pero que su acción no debería ser olvidada.

Los factores que gobiernan la distribución de reservas entre varios órganos y procesos es compleja, pero parece estar relacionada con hormonas tanto como la velocidad relativa de actividad metabólica (KRAMER y KOZLOWSKI, 1960; WAREING, 1970).

El ácido indolacético y algunas otras hormonas parecen tener cierta influencia, promoviendo o inhibiendo la síntesis de algunas enzimas (GLASZIOU, WALDRON y BULL, 1966; FILNER, WRAY y VARNER, 1969; ESCHRICH, 1970).

RESUMEN

Se estudia el comportamiento de árboles sobreinjertados en los que melocotonero, Mirobolán B y Brompton se injertan como injerto superior, intermediario y patrón en 18 combinaciones distintas.

Las combinaciones que presentan síntomas de incompatibilidad son las que teniendo melocotonero como injerto superior tienen Mirobolán B, ya sea como patrón o como intermediario.

La incompatibilidad no depende de la existencia de un contacto directo entre melocotonero y mirobolán B puesto que se da también cuando Brompton está como intermediario.

Cuando la combinación melocotonero/Mirobolán B, con síntomas, se sobreinjerta con Brompton o Mirobolán B, en la nueva combinación desaparece la incompatibilidad a pesar de persistir una unión directa entre melocotonero y Mirobolán B.

En el mes de noviembre se arrancan los árboles de las distin-

tas combinaciones para proceder al estudio de la distribución de los hidratos de carbono, azúcares, almidón y hemicelulosa.

En las combinaciones en que el injerto superior es melocotonero, hay una concentración elevada de azúcares en tallos con respecto a la que tienen aquellas combinaciones en que el injerto superior es Brompton o Mirobolán B, esto no sucede en melocotonero sin injertar. Parece por tanto que la mayor concentración habría que achacarla al injertado con melocotonero, bien por un efecto de la unión que disminuya la traslocación, o porque la presencia de otra especie en el mismo árbol modifique de alguna manera traslocación o metabolismo, siendo independiente de la compatibilidad de la combinación formada por el injertado. No obstante no se excluye que en alguna época del año la acumulación de azúcares en tallos sea mayor en combinaciones incompatibles que en compatibles con injerto superior melocotonero.

Se aprecia falta de almidón, ya sea sólo en el patrón o en éste y en el intermediario, en combinaciones incompatibles en que Mirobolán B está como raíz o como intermediario respectivamente.

La falta de almidón en raíces de Mirobolán B en combinaciones incompatibles va acompañada de una elevada concentración de azúcares, la cual denota más que una falta de traslocación de azúcares una falta de síntesis de almidón, o un predominio de los procesos de hidrólisis sobre los de síntesis.

Se han encontrado los mismos azúcares, glucosa, fructosa y sacarosa en todos los órganos de todas las combinaciones. Únicamente en raíces de la combinación Mirobolán B/Brompton/Mirobolán B no se detecta sacarosa, y en la combinación melocotonero/melocotonero/Mirobolán B además de los tres azúcares anteriormente citados hay rafinosa, pero este último azúcar no está presente en otras combinaciones incompatibles.

No se aprecian diferencias en concentración de hemicelulosa que puedan ser achacadas a distinta compatibilidad, ni tampoco que puedan estar relacionadas con la especie.

Se discute la posibilidad de que algunos procesos enzimáticos u hormonales puedan estar relacionados con la incompatibilidad.

REFERENCIAS

- BRIAN, C., DURON, M.
1971 Contribution a l'étude de l'incompatibilité au greffage des combinaisons poirer-cognassier. *Ann. Amélior. Plantes*, **21**: 445-63.
- ESCHIRICH, W.
1970 Biochemistry and fine structure of phloem in relation to transport. *An. Rev. Plant Physiol.*, **21**: 193-214.
- FILNER, P., WRAY, J. L. and VARNER, J. E.
1969 Enzyme induction in higher plants. *Science*, **165**: 358-67.
- GLASZIOU, K. T., WALDRON, J. C. and BULL, T. A.
1966 Control of invertase synthesis in sugar cane. Loci of auxin and glucose effects. *Plant Physiol.*, **41**: 282-8.
- GUR, A.
1957 The compatibility of the pear with quince rootstocks. *Spec. Bull. Israel Minist. Agr. Res. Stat.*, **10**: 108 pp.
- GUR, A., SAMISH, R. M., LIFSHTIZ, E.
1968 The role of the cyanogenic glycoside of the quince in the compatibility between pear cultivars and quince rootstocks. *Hort. Res.*, **8**: 113-34.
- HASSID, W. Z.
1969 Biosynthesis of oligosaccharides and polysaccharides in plants. *Science*, **165**: 137-44.
- HERRERO, J.
1955a Incompatibilidad entre patrón e injerto. I Comportamiento de algunas combinaciones recíprocas. *An. Aula Dei*, **4**: 149-66.
1955b Incompatibilidad entre patrón e injerto. II Efecto de un intermediario en la incompatibilidad entre melocotonero y mirabolán. *An. Aula Dei*, **4**: 167-72.
1956 Incompatibilidad entre patrón e injerto. III Comparación de síntomas producidos por incompatibilidad y por el anillado del tronco. *An. Aula Dei*, **4**: 262-5.
- HEUSER, C. W.
1972 β glucosidase from Marianna plum. *Phytochemistry*, **11** (8): 2.455-7.
- JAMES, W. O.
1967 Introducción a la Fisiología vegetal. Ed. Omega, S. A., Barcelona, 328 pp.
- KOLESNIK, Z. V., MALTABAR, L. M.
1969 Physiological compatibility in vines. *Trudy molday, nanc, isled. Inst. Sadov Vinogr. Vinod*, **15**: 175-88. (En H. A. **41** (2): 3.557).
- KRAMER, P. J., KOZLOWSKI, T.
1960 Physiology of trees. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 642 pp.
- MCCCLINTOCK, J. A.
1948 A study of incongeniality between peaches as scions and the Marianna plum as a stock. *J. Agr. Res.*, **77**: 253-60.
- MILLER, E. C.
1938 Plant Physiology. Second edition. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- MOSSE, I.
1955 Symptoms of incompatibility induced in peach by ring grafting with an incompatible rootstock variety. *Rep. E. Malling Res. Sta. for 1954*: 76-7.
1962 Graft-incompatibility in fruit trees. *Tech. Commun. Comm. Bur. Hort Plant Crops*, **28**: 36 pp.

SAFONOV, V. I., VEJDEBERG, A. E.

- 1969 Differences in the proteins and enzyme systems as factors in the physiological incompatibility in the crossing and grafting of apples. *Fisiol. Rastt.*, **16**: 810-8. (En H. A. **40** (3): 5.388).

STIGTER, H. C. M.

- 1956 Studies on the nature of the incompatibility in a cucurbitaceous graft. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen*, **56** (8): 1-51.

SYGEL, K.

- 1966 On rootstock and scion union and compatibility in apples. *Uc. Zap. Tartusk Univ.*, **185**: 583-92. (En H. A. **38** (3): 4.898).

TABUENCA, M. C.

- 1962 Relaciones entre la composición química y el grado de compatibilidad en combinaciones de melocotonero y ciruelo. *An. Aula Dei*, **7**: 1-34.

VEJDEBERG, A. L., SAFONOV, V. I.

- 1969 Basic proteins and isoenzymic spectra of the bark in forms of apple differing in graft compatibility. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **187**: 674-7. (En H. A. **40** (2): 2.880).

WARDLAW, I. F.

- 1968 The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. *Bot. Rev.*, **34**: 79-105.

WAREING, P. F.

- 1970 Growth and its Co-ordination in trees. En *Physiology of tree crops. Second Long Ashton Symposium 1969*. Ed. Luckwill L. C. and Cutting, C. V., 1-21.

Efecto de distintos niveles de salinidad sobre el contenido de clorofila, composición mineral y crecimiento en centeno (*Secale Cereale*) tetraploide

por A. M.^a RIVERA y L. HERAS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 2 - XI - 73

A B S T R A C T

RIVERA, A. M.^a and HERAS, L. — Effect of different salinity levels on chlorophyll content, mineral composition and growth of tetraploid rye. *An. Aula Dei*, **12** (1-2): 100-08.

In this work the influence of different salinity levels on tetraploid rye (*Secale Cereale*) is studied.

An inverse relation between the salinity doses and growth is observed.

Salinity affects the chlorophyll chloroplastic protein bounding, although a sharp decrease of the total chlorophyll content is not found.

The vegetal material subject to saline treatment shows a lower content of sulfates, nitrates, potassium, calcium, magnesium and iron, and a higher content of chlorides, total nitrogen, sodium, manganese and silicon, while the level of phosphorus, aluminium, zinc and copper is not affected by the treatment.

INTRODUCCION

La salinización del suelo crea condiciones extremadamente desfavorables para el crecimiento de las plantas y además determina un cambio en la relación de las plantas con su medio ambiente. Así, por ejemplo, la luz y la temperatura que, en condiciones normales, tienen un efecto favorable sobre el desarrollo de las plantas, en suelos salinos pueden invertir este papel.

Las condiciones del medio creadas por la salinidad modifican también el metabolismo de las plantas, como consecuencia de un desequilibrio entre los elementos nutritivos minerales básicos.

Por tanto, un estudio sobre la fisiología vegetal en medio salino tendrá unas derivaciones prácticas inmediatas en cuanto que puede suministrar información acerca de la posibilidad de aplicación de técnicas agronómicas adecuadas para revalorizar un suelo salinizado, para la selección de especies y variedades vegetales tolerantes y para el desarrollo de métodos que permitan aumentar la tolerancia de las plantas a las sales.

Dado que en España, y concretamente en el valle del Ebro, los suelos actual y potencialmente salinos se hallan ampliamente distribuidos en las zonas de cultivo, es de gran interés el estudio del mecanismo por el que la sal afecta a las plantas.

En este trabajo se estudian los efectos que producen distintos niveles de salinización sobre el contenido de clorofila, composición mineral, crecimiento y desarrollo de plantas de centeno tetraploide.

MATERIAL Y METODOS

Como material vegetal se utilizó centeno tetraploide de variedad Gigantón.

Se montó la experiencia en invernadero en macetas de plástico de 15 litros de capacidad con dispositivo de subirrigación y cuarzo (2 mm. Ø) como soporte.

Las soluciones nutritivas se preparan siguiendo las indicaciones dadas por HOAGLAND y SNYDER (1933). El Fe se adiciona en forma de Fe-EDTA (STEINER and VAN WINDEN, 1970).

Los tratamientos salinos se comenzaron a los 29 días de realizada la siembra, cuando las plantas tenían una altura de 35 a 40 cms., y las dosis fueron de 60 meq/1 y 100 meq/1 de NaCl.

A los 58 días de realizada la siembra se procedió al muestreo del material vegetal y sobre él se realizaron las siguientes determinaciones:

1. *Sobre materia fresca*: Clorofila siguiendo la técnica de ARNON (1949).

2. *Sobre materia seca:* Cl⁻ y SO₄²⁻ según el método de ULRICH y JOHNSON (1959); N total por el método Kjeldahl, utilizando Se metálico como catalizador y N nítrico según las técnicas descritas por Ir. J. CH. VAN SCHONWENBURG (1968):
 - *Extracción:* A 2 gr. de material se le añaden 50 ml. de una solución que contiene 7,5 gr. de Ag₂SO₄ + 40 gr. de CuSO₄·5H₂O por litro. Agitar media hora y filtrar.
 - *Nitración:* A 5 ml. del filtrado se le agregan en el orden siguiente 2 ml. de xilenol (2,5 gr. de 3-4 dimetil-fenol/100 ml. de NaOH 0,2 N) y 20 ml. de H₂SO₄ diluido. Se agitan y se dejan en reposo 30 minutos. Transcurrido este tiempo se adicionan 50 ml. de H₂O destilada.
 - *Destilación:* Se realiza en un apartado de semimicrodestilación DRA. Se toman alícuotas de 2 ml. a las que se añaden 5 ml. de etanol; transcurrido un minuto y medio, y en plena destilación, se agregan a la muestra otros 5 ml. de etanol. Se recoge el destilado sobre NaOH 0,4 N.
 - *Colorimetría:* Lectura a 430 nm. en Beckman D.B.
3. *Sobre material incinerado:* 1 gr. de material seco se incinera a 550° C y se disuelve en 3 ml. de HCl concentrado y 3 ml. de H₂O, calentando hasta la disolución total. Se filtra y diluye con agua a 25 ml. sobre las alícuotas correspondientes se determinan: P por el método del vanadato-molibdato (JACKSON, 1957); Na y K por fotometría de llama; Ca, Mg y micronutrientes por espectrofotometría de absorción atómica utilizando un espectrofotómetro Perkin-Elmer 303.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Como índice del crecimiento y desarrollo se consideraron los pesos fresco y seco de la parte aérea de una planta completa.

En el cuadro núm. 1 se expresan estos datos, observándose una disminución de los valores encontrados conforme se aumentan las dosis de NaCl suministradas.

CUADRO 1.— *Pesos fresco y seco expresados en gramos.*

<i>Tratamiento</i>	<i>Número plantas</i>	<i>Peso fresco</i>	<i>Peso seco</i>	<i>Peso fresco por planta</i>	<i>Peso seco por planta</i>
Testigo	70	306,80	45,25	4,38	0,65
60 meq/l. Na Cl	69	282,91	43,00	4,10	0,62
100 meq/l. Na Cl	70	238,70	38,91	3,41	0,56

Estos valores representan una reducción en la producción de materia seca del 13,8 % para una conductividad específica de 11,73 mmhos/cm. y del 4,6 % para 7,61 mmhos/cm.

Estos resultados concuerdan con lo expresado por varios autores (OSAWA, 1966; ROBINSON y WORKER, 1965; MASUI y MASAKI, 1966; SHEN y TUNG, 1964; SHIMOSE, 1968; KARMARKAR y JOSHI, 1969) en el sentido de una disminución de la producción de materia seca conforme aumenta la salinidad.

Sin embargo, en nuestro caso la reducción del contenido de materia seca no es tan acusada como la encontrada en otros casos, incluso con tratamiento salino menos intenso. La posible explicación de esta disparidad puede estar en la época en que comenzó el tratamiento salino, pues según BAINS y FIREMAN (1964), OSAWA (1966), FURR y REAN (1967) y KOVAL'SKAYA (1958) la influencia de la salinidad depende del estado de desarrollo de la planta, siendo ésta más sensible en el estado inicial de su desarrollo.

2. CLOROFILA

En el cuadro núm. 2 figuran los contenidos de clorofila total, clorofila *a* y clorofila *b* extractadas con acetona al 80 %.

Como puede observarse, solamente el tratamiento salino alto tiene una aparente repercusión sobre el contenido de clorofila total, aun cuando la disminución es muy pequeña. Este resultado concuerda con lo expresado por GODNEV (1948) en el sentido de

CUADRO 2.—*Contenido de clorofila total, clorofila a, clorofila b y relación a/b. Las cantidades se expresan en mgr/gr. Cada valor es la de 4 determinaciones.*

	<i>Testigo</i>	<i>60 meq/l. Na Cl</i>	<i>100 meq/l. Na Cl</i>
Clorofila total	2,70	2,65	2,48
Clorofila a	2,08	1,97	1,84
Clorofila b	0,62	0,68	0,64
Relación a/b	3,35	2,90	2,87

que la salinidad produce un descenso del contenido de clorofila, aunque en nuestro caso dicho descenso no sea muy acusado. El hecho de que el tratamiento salino bajo no tenga prácticamente repercusión en el sistema clorofílico, y que el tratamiento alto produzca una ligera disminución, lo atribuimos por una parte al hecho de que el centeno es una planta relativamente resistente a la salinidad, y por otra parte al haber sometido las plantas al efecto de las sales tardíamente.

La relación clorofila a/clorofila b se altera por efecto de la sal, lo cual es debido, como puede observarse en los datos que figuran en el cuadro núm. 2, a una disminución de clorofila a, y a que el contenido de clorofila b permanece prácticamente constante.

La disminución del contenido de clorofila total ha sido atribuida por varios autores a una destrucción de la clorofila debida a una debilidad de la unión pigmento-cloroplasto, debilidad que va aumentando por efecto de la sal. Con objeto de comprobar este hecho se procedió a una extracción de clorofila con acetona al 60 %, ya que según OSIPOVA (1947) en estas condiciones sólo se extrae la clorofila menos fuertemente ligada a las proteínas cloroplásticas. Los resultados obtenidos figuran en el cuadro núm. 3.

Efectivamente, el tratamiento salino alto presenta un mayor contenido de clorofila extractada con acetona al 60 % y la debi-

CUADRO 3.—*Clorofila total (mgr/gr) extractada con acetona al 60 % y porcentaje de ésta frente a la total extractada con acetona al 80 %.*

	<i>Testigo</i>	<i>60 meq/l. Na Cl</i>	<i>100 meq/l. Na Cl</i>
Clorofila total extractada con acetona 60 %.	1,38	1,38	1,56
% de clorofila no ligada	51	52	63

lidad de la unión entre la clorofila y las proteínas cloroplásticas, expresada como porcentaje de clorofila extractada con acetona al 60 % frente al contenido de clorofila total de la hoja, es mayor en los tratamientos salinos.

3. COMPOSICIÓN MINERAL

a) *Aniones*

Como puede observarse en el cuadro núm. 4, existe una correlación negativa entre el comportamiento de los Cl^- y el resto de los aniones. A estos mismos resultados han llegado GAUCH y WADLEIGH (1951), FARUQUE (1968) y RAVIKOVITCH y YOLES (1971).

Conforme aumenta la salinidad el contenido de Cl^- aumenta, y simultáneamente los contenidos de SO_4^- y de NO_3^- disminuyen.

Sin embargo, los resultados respecto a los NO_3^- no pueden atribuirse a una absorción menor en presencia de Cl^- , ya que observamos que el contenido de nitrógeno total es mayor en los tratamientos salinos que en el control. Esto se debe a una alteración en el metabolismo nitrogenado de las plantas desarrolladas en condiciones de salinidad.

Efectivamente, como indica STROGONOV (1962) no hay duda de que el metabolismo nitrogenado de plantas cultivadas en condiciones salinas difiere del de las plantas normales. En primer lugar en las plantas afectadas por la salinidad se observan alteraciones en la destrucción y síntesis de proteínas, con formación y acumulación de sustancias nitrogenadas (aminas y diaminas), que pueden tener un efecto nocivo sobre los procesos fisiológicos normales de la planta.

Estas alteraciones en el metabolismo del nitrógeno podrían explicar también el efecto inhibitorio que tienen las sales sobre el crecimiento, en el sentido de que la acumulación de sustancias nitrogenadas impide que éstas sean utilizadas para la formación de nuevas células y tejidos.

b) *Cationes*

Los contenidos de Na y K evidencian un comportamiento antagónico: conforme aumentan los niveles de salinización el primero se eleva en tanto que el K disminuye.

AYERS y EBERHARD (1960) obtienen similar respuesta en estudios hechos con habas. También RAVIKOVITCH y YOLIS (1971) llegan a los mismos resultados con trébol, pero en cambio observan que en el mijo el contenido de K no disminuye, sino que aumenta, al aumentar la salinidad.

Los contenidos en Ca y Mg disminuyen ligeramente por efecto de la salinidad, de acuerdo con lo observado por GAUCH y EATON (1942).

En el P no se observa ninguna respuesta a la salinidad.

CUADRO 4.— *Contenido de macronutrientes expresado como % de materia seca. Estos valores son la media de 8 determinaciones.*

	% Cl	% SO ₄ ^m	% NO ₃ ⁻	% N	% P	% Na	% K	% Ca	% Mg
Testigo	0,087	1,843	0,593	2,879	0,447	0,032	4,749	0,386	0,293
60 meq/l. Na Cl	4,103	1,562	0,577	3,099	0,394	0,930	4,686	0,302	0,249
100 meq/l. Na Cl	5,032	1,237	0,421	3,509	0,462	1,728	4,197	0,309	0,217

c) *Microelementos*

En el cuadro núm. 5 se expresan los contenidos en Fe, Zn, Mn, Cu, Al y Si.

Los contenidos de Fe son inferiores en las plantas procedentes de tratamientos salinos que en las del control.

En el Mn, por el contrario, se manifiesta una tendencia a aumentar. Lo mismo ocurre con el Si.

En los restantes microelementos estudiados, Zn, Cu y Al no se observa ninguna respuesta a la salinidad.

CUADRO 5.— *Contenido de micronutrientes expresado como p.p.m. de materia seca.*

	Fe	Zn	Mn	Cu	Al	Si
Testigo	135	44	144	21	11	120
60 meq/l. Na Cl	101	42	181	21	8	140
100 me/l. Na Cl	128	60	201	23	13	190

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se estudia la respuesta de un centeno tetraploide, cultivado sobre soporte de cuarzo y con soluciones nutritivas, a diferentes dosis de NaCl incorporadas a esas soluciones. Los niveles de NaCl son de 60 meq/l. y 100 meq/l.

En nuestras condiciones experimentales el material estudiado ha respondido a los tratamientos salinos, observándose varios efectos cuya intensidad es función de la dosis de NaCl aplicada y de la resistencia de esta especie a la salinidad.

Existe, en primer lugar, una relación inversa entre salinidad y crecimiento.

Se observa también que la salinidad debilita la unión de la clorofila con las proteínas cloroplásticas, lo que explicaría el menor contenido de clorofila total en el tratamiento salino.

En cuanto a la composición mineral se puede apreciar una disminución del contenido de SO_4^{2-} y NO_3^- , en tanto que el de Cl^- y el de N total aumentan.

En los cationes aparece una disminución de K, Ca, Mg y Fe; por el contrario, el Na, Mn y Si aumentan. Los contenidos de P, Al, Zn y Cu no parecen afectados por la salinidad.

BIBLIOGRAFIA

1. ARNON, D. I.
1949 Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*, **24** (1): 3.
2. AYERS, A. D., EBERHARD, D. L.
1960 Response of edible Broadbean to several levels of salinity. *Agron. J.*, **52** (2): 110-111.
3. BAINS, S. S., FIREMAN, M.
1964 Effect of exchangeable Na percentage on the growth and absorption of essential nutrients and Na by five crop plants. *Agron. J.*, **56**: 432-435.
4. FARUQUE, A. H. M.
1968 The effect of salinity on phytotoxicity and ion uptake of Pecan seedlings. *Diss. Abstr. Sect. B*, **29**: 432. *Cit. Hort. Abst.*, **39** (3): N.º 4465.
5. FURR, J. R., REAM, C. L.
1967 Growth and salt uptake of date seedlings in relation to salinity of the irrigation water. *Rep. 44th. ann. Date Grs. Inst., Coachella*, **44**: 2-4. *Cit. Hort. Abst.* **38** (3): N.º 6496.

6. GAUCH, H. G., EATON, F. M.
1942 Effect of saline substrate on barley. *Plant Physiol*, **17** (3): 347.
7. GAUCH, H. G., WADLEIGH, C. H.
1951 Salt tolerance and chemical composition of Rhodes and Dallis grasses grown in sand culture. *Bot. Gaz.*, **112** (3): 259-271.
8. GODNEV, J. N.
1948 The effect of cations and anions on the ease of extraction of chlorophyll from live tissues. *Izvest. Akad. Nauk. SSSR 3. Cit. por Strogonov* (1962).
9. HOAGLAND, SNYDER
1953 Cit. por Hewitt, E. J. (1952). Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Technical Communication N. 22 (Revised) Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maidstone, Kent. C. A. B.
10. JACKSON, M. C.
1957 Analisis químico de suelos. Ed. Omega, S. A. Barcelona, pág. 662.
11. KARMARKAR, S. M., JOSHI, G. V.
1969 Effect of sand culture and Na Cl on growth, physical structure and organic acid metabolism. *Plant and Soil*, **30**: 41-48.
12. KOVAL'SKAYA, E. M.
1958 Changes in the salt tolerance of plants during ontogenesis. Cit. por Strogonov (1962).
13. MASUI, M., MASAKI, Y.
1966 Studies on the absorption of nutrient elements by musk melons. V. On the growth injury symptoms of musk melons. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, **35**: 57-65.
14. OSAWA, T.
1966 The effect of the stage of growth on the salt tolerance of some vegetable crops. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, **35**: 291-296.
15. OSIPOVA, O. P.
1947 Extraction of chlorophyll from green plants. *Doklady Akad. Nauk. SSSR*, **57** (8). Cit. por Strogonov (1962).
16. RAVIKOVICH, S., YOLES, D.
1971 The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing in soils affected by salinity. *Plant and soils*, **35**: 555-558.
17. ROBINSON, F. E., WORKER, G. F.
1965 Growth of sugar cane in areas irrigated with Colorado river water. *Calif. Agric.*, **19** (8): 2-3.
18. SCHONWENBURG, -VAN IR. J. CH.
1968 Methods of analysis of plant material. Post. Graduate Training Programme in Soil Science. Wageningen. Netherlands.
19. SHEN, I. S., TUNG, H. L.
1964 Study on salt tolerance in sugar cane. *Rep. Taiwan Sugar Exp. Stat.*, **35**: 1-24. Cit. *Hort. Abst.*, **35** (1): N.º 2229.
20. SHIMOSE, N.
1968 Physiology of salt injury in crops. Part. 7 Salt tolerance of onion, celery, spinach, cucumber, and kidney bean plant. *J. Sci. Soil Manure, Japan*, **39**: 548-553. Cit. *Hort. Abst.*, **40** (3): N.º 6030.
21. STEINER, A. A., VAN WINDEN, H.
1970 Recipe for ferric salt of Ethilenediaminotetracetic acid. *Plant Physiol*. **46** (6): 862.
22. STROGONOV, B. P.
1962 Physiological basis of salt tolerance of plants. Inst. Fisiol. Rast. im K. A. Timiryazeva. Published by the Israel program for scientific translations.
23. ULRICH, A., JOHNSON, C. M.
1959 Analytical methods for use in plant analysis. Bulletin 766. *California Agric. Exp. Stat.*, pp. 38.