

ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Anal. Edaf. Tomo XXV. Núms. 11-12 Págs. 611-760

Madrid, Noviembre-Diciembre 1966

ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

Publicados por el INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Integrado por los Centros:

Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Madrid.
Departamento de Edafología de Barcelona.
Centro de Edafología de Tenerife
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia.
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, de Sevilla.

Estación Exp. del Zaidín, de Granada.
Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia.
Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.
Departamento de Zootecnia de Córdoba.
Departamento de Economía Agraria.
Estación Exp. de Auñá Dei. Zaragoza.
Instituto de Aclimatación. Almería.

y con la colaboración de los Organismos siguientes:

Instituto de Biología del Tabaco. Sevilla.

Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.

Laboratorio del Transporte y Mecánica

del Suelo. (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.)

Misión Biológica de Galicia. Pontevedra.

Sociedad Española de Ciencia del Suelo.

Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

ESPAÑA:

Suscripción anual 430 ptas.

Volumen suelto 80 »

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA —

EXTRANJERO:

Suscripción anual 540 ptas.

Volumen suelto 100 »

Cada volumen contiene dos números.

SERRANO, 113. MADRID-6 (ESPAÑA)

Tomo XXV

NÚMEROS 11-12

SUMARIO

	Páginas
Estudio de la composición mineral de gramíneas y leguminosas a lo largo del ciclo vegetativo, por J. M. Albareda (†) y A. Martín	611
Estudio de concreciones ferruginosas de Mesones (Guadalajara), por J. Galván, J. García Vicente, J. J. Alonso y H. Carvajal	629
Estudio de la vermiculita de Estepona, por J. García Vicente y M. ^a C. Rodríguez Pascual	647
Los suelos de la provincia de Cáceres (I), por J. Forteza Bonnin, A. García Rodríguez, M. ^a Sánchez Camazano y M. ^a T. Martín Patiño	661
Los suelos de la provincia de Cáceres (II), por J. Forteza Bonnin, A. García Rodríguez, M. ^a Sánchez Camazano y M. ^a T. Martín Patiño	675
Diferenciación de los principales minerales sedimentarios mediante técnicas de tinción selectiva, por P. Arévalo Carretero	689

(Sigue en la tercera de cubierta.)

ESTUDIO DE LA COMPOSICION MINERAL DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS A LO LARGO DEL CICLO VEGETATIVO

A V I S O

El número próximo de «Anales de Edafología y Agrobiología» estará dedicado a honrar la memoria del Profesor Dr. D. José María Albareda Herrera (†), Director que fue del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología y del Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid.

Para él se han solicitado y obtenido un número crecido de colaboraciones de Profesores e Investigadores de distintos países que tenían relación, a través de sus tareas investigadoras, y también por vínculos de amistad, con el Profesor Albareda.

En este número aparecerá un trabajo por cada Centro español de los que cultivan las Ciencias Edafológicas, como homenaje de los Científicos de nuestra Patria en esta Rama.

Su extensión será considerable y aparecerá probablemente hacia fines de marzo próximo. Se ha pensado, que no obstante su extensión, cubra solamente los dos primeros volúmenes del año 1967.

La planta y su medio ambiente son una unidad biológica. Es un organismo complejo comparable a una factoria en la que la planta absorbe sus materias primas en forma de nutrientes (N, P, Ca, C, O y otros nutrientes esenciales) que obtiene a partir del suelo y el aire convirtiéndolos finalmente en los productos bioquímicos constituyentes de las raíces, hojas, tallos y frutos.

La planta absorbe los nutrientes por las raíces y desde aquí son transportados a las partes aéreas de la planta donde tienen lugar los

ESTUDIO DE LA COMPOSICION MINERAL DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS A LO LARGO DEL CICLO VEGETATIVO

por

J. M. ALBAREDA (†) y A. MARTIN

SUMMARY

MINERAL COMPOSITION OF GRAMINEAE AND LEGUMINOSAE ALONG THE GROWING CYCLE

We have studied the mineral composition of species of Gramineae and Leguminosae, along the growing cycle.

In the Gramineae, the uptake of cations and anions takes place mainly during the first part of the growing cycle. The K concentration being greater than that of other cations.

In the Leguminosae, we have only studied the mineral composition in the last phases of the growing cycle. We observed differences mainly in the Ca content, that is much greater than in the Gramineae.

The cationic content in the tops of Gramineae and Leguminosae is generally greater than in the roots, however the anionic content is of the same order or even lower.

The amount of peat added to the soil has no influence on the mineral composition of Gramineae. On the other hand, there are differences in the cationic content of Leguminosae grown with no irrigation (not fertilized) and under irrigation (fertilized).

INTRODUCCIÓN

La planta y su medio ambiente son una unidad biológica. Es un organismo complejo comparable a una factoria en la que la planta absorbe sus materias primas en forma de nutrientes (N, P, Ca, C, O y otros nutrientes esenciales) que obtiene a partir del suelo y el aire convirtiéndoles finalmente en los productos bioquímicos constituyentes de las raíces, hojas, tallos y frutos.

La planta absorbe los nutrientes por las raíces y desde aquí son transportados a las partes aéreas de la planta donde tienen lugar los

procesos de manufactura. El papel de las células del tejido conductor se compara con el de una cinta transportadora de una factoría; si la planta trabaja eficientemente el tejido conductor contendrá un suministro uniforme y equilibrado de nutrientes.

La composición de la planta es el resultado de todos los factores que influyen en el crecimiento de la misma. Para el diagnóstico de la composición de la planta es útil medir la concentración de nutrientes en las células del tejido conductor. Ohlrogge (6) utiliza los llamados «tests» de tejidos de las plantas que miden la concentración de nutrientes en el tejido conductor. Estos tests no son sensibles a las combinaciones orgánicas de los nutrientes. Es un procedimiento semicuantitativo ya que es útil para determinar la presencia y cantidad relativa de los macronutrientes (N, P, y K) en la savia de las plantas.

El estado de nutrición de la planta no es estático, la demanda de la planta cambia a través de su ciclo vegetativo, por lo tanto los «tests» de tejidos de plantas dan información solo en el tiempo en que se realiza el ensayo.

Ohlrogge (6) indica la localización de los principales macroelementos (N, P, K) en la planta con objeto de poder utilizar una muestra que sea representativa del estado de nutrición al efectuar los tests. Todavía no se conoce debidamente en todas las cosechas las partes de la planta más representativas. En plantas jóvenes donde los órganos que se señalan son difíciles de separar como en el trigo y otras gramíneas se aconseja utilizar una muestra compuesta por tallos y hojas.

Ohlrogge (5) señala al estudiar la nutrición mineral de la soja que el conocimiento de las concentraciones principales en el total de la planta y en distintas partes de la misma, definen y separan los niveles de nutrición deficiente, adecuado y excesivo. También tiene interés en los problemas de nutrición el conocimiento de las razones de absorción y transporte de nutrientes dentro de la planta.

DeKock (3) sugiere que es de gran interés para la caracterización del estado mineral de las cosechas, el conocimiento de los niveles de Ca y K y sobre todo de la razón K/Ca de las plantas. Debido a que la mayoría de las plantas cultivadas en el campo contienen solo pequeñas cantidades de Na y cantidades relativamente constantes de Mg, cualquier variación en el contenido catiónico se muestra principalmente por los contenidos de K y Ca.

La planta es un buen indicador de la fertilidad del suelo. Refleja el nivel de nutrición de muchas formas. El tipo de crecimiento y producción son buenos indicadores de los niveles de productividad del suelo. Asimismo, las plantas cuando están mal alimentadas desarrollan síntomas característicos de desorden.

En el presente trabajo vamos a estudiar la composición mineral de gramíneas y leguminosas sometidas a distintos tratamientos del suelo.

en diferentes tejidos de las plantas a lo largo de las distintas fases del ciclo de desarrollo.

PARTE EXPERIMENTAL

Material

Hemos trabajado con 41 y 45 muestras de raíz y parte aérea respectivamente, pertenecientes a cuatro especies vegetales: Trigo Fylgia II, Cebada Pallas, Guisantes Bello y Habas Vesubio, cultivadas en campo con distintos tratamientos de suelo, tomadas en las principales fases del ciclo de desarrollo de las mismas (1).

Las muestras de raíces se tomaron hasta una profundidad aproximada de 40 cm.

Las muestras se lavan y seguidamente se procede a separar la raíz de la parte aérea. A continuación se preparan convenientemente para su análisis. Las muestras de parte aérea se dejan secar al aire a una temperatura aproximada de 30° C y las de raíz, en estufa a 35° C. Se muelen y se guardan en recipientes de vidrio bien cerrados, quedando así dispuestas para su posterior análisis mineral.

Métodos

Para determinar la composición mineral de la parte aérea y raíz se obtuvieron las cenizas a partir de las cuales, previa disolución en ClH al 10 % se llevaron a cabo las determinaciones de Ca, Na y K por fotometría de llama (2). El Mg y P por colorimetría (7), (4), y el nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl.

En las tablas adjuntas se dan los contenidos aniónico y catiónico de la parte aérea y raíz de las especies estudiadas.

TABLA I

*Contenido en potasio de las gramíneas. Valores expresados en m. e./100 g.
de materia seca al aire*

Fase de desarrollo	Turba Kg/Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia.	60,36	58,82	51,15	51,15
Ahijamiento	78,77	66,50	61,89	78,77
Floración	40,15	41,43	47,06	42,97
Granazón	28,13	27,11	29,16	26,09
Madurez	22,25	25,06	19,69	23,02
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
Ahijamiento	17,90	22,76	17,90	19,69
Floración	8,95	9,21	13,81	8,70
Granazón	7,67	6,39	7,67	7,42
Madurez	2,81	2,30	2,30	2,05
<i>Trigo Fylgia II. Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	148,34	135,55	135,55	140,66
Floración	60,36	51,15	49,62	49,62
Granazón	33,76	30,18	40,15	31,20
Madurez	31,20	32,74	33,76	43,99
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	20,20	13,81	16,37	56,78
Floración	11,00	9,97	7,42	9,97
Granazón	6,39	3,84	5,37	4,86
Madurez	3,58	3,32	2,81	4,60

TABLA II

Contenido en sodio de las gramíneas. Valores expresados en m. e./100 g. de materia seca al aire

Fase de desarrollo	Turba Kg/ Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia	2,61	3,05	3,05	3,04
Ahijamiento	17,83	13,05	17,83	25,23
Floración	9,13	12,61	11,74	15,66
Granazón	5,22	8,70	9,13	8,26
Madurez	7,83	8,70	4,78	7,83
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
Ahijamiento	3,91	4,35	4,78	4,78
Floración	3,05	3,48	3,91	3,04
Granazón	5,22	2,61	3,05	3,48
Madurez	1,31	1,30	0,87	1,30
<i>Trigo Fylgia II Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	14,35	14,35	16,09	14,79
Floración	9,13	6,52	6,09	8,70
Granazón	10,87	7,83	9,57	10,87
Madurez	8,26	11,74	9,57	10,44
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	8,70	6,96	6,96	16,53
Floración	5,22	5,22	3,91	6,52
Granazón	6,52	2,61	5,65	4,35
Madurez	1,74	1,74	1,30	1,74

TABLA III

*Contenido en calcio de las gramíneas. Valores expresados en m. e./100 g.
de materia seca al aire*

Fase de desarrollo	Turba Kg/Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia	4,49	4,49	4,99	4,49
Ahijamiento	7,98	7,98	6,49	8,98
Floración	4,49	5,49	5,49	5,49
Granazón	4,49	5,99	5,49	5,49
Madurez	4,99	5,49	5,49	5,99
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
Ahijamiento	4,99	3,99	3,99	3,99
Floración	3,99	3,99	3,99	3,99
Granazón	5,99	7,49	3,99	5,99
Madurez	7,49	4,99	5,99	6,99
<i>Trigo Fylgia II. Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	6,49	5,49	6,49	6,49
Floración	4,49	4,49	4,49	4,49
Granazón	4,49	4,99	5,49	4,49
Madurez	4,49	5,49	4,99	6,49
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	3,99	3,99	3,99	3,99
Floración	5,99	5,99	5,99	4,99
Granazón	5,99	7,49	7,49	7,49
Madurez	5,99	10,48	7,49	10,48

TABLA IV

Contenido en magnesio de las gramíneas. Valores expresados en m. e./100 g. de materia seca al aire

Fase de desarrollo	Turba Kg/Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia	26,32	19,74	20,56	27,14
Ahijamiento	20,56	19,74	18,91	23,03
Floración	9,05	10,69	10,69	11,51
Granazón	8,22	8,22	9,05	8,22
Madurez	7,40	7,40	8,22	9,05
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
<i>Trigo Fylgia II. Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	12,34	11,51	12,34	13,16
Floración	9,05	9,87	9,87	9,05
Granazón	4,93	5,76	4,93	4,11
Madurez	5,76	5,76	5,76	5,76
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	7,40	9,05	5,76	6,58
Floración	10,69	10,69	10,69	7,40
Granazón	8,22	9,05	10,69	9,87
Madurez	7,40	9,87	9,05	11,51

T A B L A V

Contenido individual de cationes en m. e./100 g. de raíz y parte aérea de las leguminosas

Fase de desarrollo	K ⁺		Na ⁺		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺	
	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío
<i>Guisantes Bello. Parte aérea:</i>								
Flor y fruto	42,97	78,77	1,74	3,48	54,39	35,42	23,03	28,78
Fruto verde	43,99	45,22	2,17	7,83	82,34	30,94	23,85	30,43
Fruto maduro	26,09	—	3,48	—	74,35	—	23,03	—
<i>Guisantes Bello. Raíz:</i>								
Flor y fruto	8,95	13,30	3,04	3,48	31,44	17,47	14,80	15,63
Fruto verde	4,60	3,07	2,17	1,74	57,88	26,45	12,33	11,51
Fruto maduro	4,60	—	2,17	—	68,36	—	9,05	—
<i>Habas Vesubio. Parte aérea:</i>								
Flor y fruto	60,36	33,76	3,04	58,29	40,92	19,46	26,32	24,67
Fruto verde	38,87	45,52	6,96	14,79	65,37	49,90	25,49	24,67
<i>Habas Vesubio. Raíz:</i>								
Flor y fruto	21,74	11,51	17,83	25,66	14,97	3,99	21,38	13,16
Fruto verde	8,95	14,07	6,52	13,05	16,97	5,99	13,98	7,40

TABLA VI

Contenido en nitrógeno de las gramíneas. Valores expresados en % de N

Fase de desarrollo	Turba Kg/Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia	3,95	4,18	3,91	3,61
Ahijamiento	4,09	3,52	4,10	4,11
Floración	0,69	1,05	1,05	1,05
Granazón	0,30	0,37	0,39	0,33
Madurez	0,33	0,46	0,40	0,33
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
Ahijamiento	—	—	3,69	3,14
Floración	0,92	0,95	1,28	1,26
Granazón	0,93	1,08	1,00	0,90
Madurez	1,02	—	1,49	—
<i>Trigo Fylgia II. Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	3,60	3,66	3,55	2,99
Floración	1,53	1,82	1,54	1,45
Granazón	0,52	0,50	0,62	0,47
Madurez	0,44	0,51	0,45	0,50
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	—	2,30	2,36	3,02
Floración	1,09	1,19	0,97	0,99
Granazón	0,96	0,87	0,92	1,05
Madurez	0,95	0,89	0,86	1,15

TABLA VII

Contenido en fósforo de las gramíneas. Valores expresados en % de P_2O_5

Fase de desarrollo	Turba Kg / Ha			
	0	5000	10000	15000
<i>Cebada Pallas. Parte aérea:</i>				
Nascencia	1,31	1,25	1,16	1,10
Ahijamiento	0,78	0,86	0,84	0,77
Floración	0,38	0,35	0,33	0,24
Granazón	0,18	0,12	0,14	0,08
Madurez	0,07	0,11	0,11	0,10
<i>Cebada Pallas. Raíz:</i>				
Ahijamiento	0,45	0,58	0,51	0,44
Floración	0,21	0,23	0,23	0,19
Granazón	0,25	0,27	0,19	0,19
Madurez	0,19	0,13	0,17	0,13
<i>Trigo Fylgia II. Parte aérea:</i>				
Ahijamiento	0,58	0,58	0,58	0,69
Floración	0,31	0,31	0,28	0,25
Granazón	0,05	0,07	0,06	0,08
Madurez	0,05	0,05	0,06	0,06
<i>Trigo Fylgia II. Raíz:</i>				
Ahijamiento	0,36	0,38	0,42	0,66
Floración	0,23	0,22	0,23	0,19
Granazón	0,17	0,12	0,11	0,15
Madurez	0,17	0,17	0,10	0,20

TABLA VIII

Contenido en nitrógeno y fósforo de las leguminosas. Valores expresados en % de N y % de P_2O_5

Fase de desarrollo	% de N		% de P_2O_5	
	Secano	Regadío	Secano	Regadío
<i>Guisantes Bello. Parte aérea:</i>				
Flor y fruto	3,17	3,19	0,42	0,47
Fruto verde	1,81	2,25	0,19	0,42
Fruto maduro	0,83	—	0,11	—
<i>Guisantes Bello. Raíz:</i>				
Flor y fruto	2,41	2,70	0,38	0,36
Fruto verde	—	2,19	0,19	0,19
Fruto maduro	—	—	0,21	—
<i>Habas Vesubio. Parte aérea:</i>				
Flor y fruto	2,19	3,14	0,38	0,44
Fruto verde	1,31	1,85	0,17	0,39
<i>Habas Vesubio. Raíz:</i>				
Flor y fruto	2,30	1,83	0,47	0,36
Fruto verde	1,65	1,30	0,27	0,29

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN MINERAL DE LA PARTE AÉREA DE LAS PLANTAS

1. Influencia de las fases del ciclo de desarrollo

a) Cationes individuales.

Potasio.—En el trigo el contenido de K es muy superior en todas las fases del ciclo de desarrollo al de los restantes cationes, se obtiene el valor más alto en la fase de ahijamiento siendo del orden de 140

m.e./100 g. A partir de esta fase sufre un rápido descenso hasta la fase de granazón, desde donde el contenido en K permanece prácticamente constante hasta la fase de madurez que posee un valor de 35 m.e./100 g.

En la cebada el contenido en K sigue un comportamiento paralelo al del trigo, si bien, su valor es notablemente inferior. También hemos observado aquí el contenido de K en la fase de nascencia encontrando que es menor que el de la fase de ahijamiento, en la cual alcanza el valor máximo.

En los guisantes y habas el contenido de K en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es aproximadamente del mismo orden que el de las gramíneas en dichas fases. Se observa que el contenido en K varía con la edad de las plantas.

Sodio.—En el trigo el contenido de Na disminuye ligeramente desde el ahijamiento a la madurez con un mínimo poco acusado en la fase de floración.

En la cebada el contenido de Na presenta un notable aumento desde la nascencia al ahijamiento, a partir de esta fase la variación con el tiempo es análoga a la del trigo, sin presentar el mínimo antes mencionado.

En los guisantes y habas el contenido de Na en las últimas fases de desarrollo es inferior al de las gramíneas en dichas fases, salvo en algunos casos debido sin duda al tratamiento del suelo.

Calcio.—En el trigo el contenido de Ca está entre 5-6 m.e./100 g., y permanece constante a través de todas las fases del ciclo de desarrollo de la planta.

En la cebada el contenido de Ca tiene un valor semejante al del trigo, y también permanece prácticamente constante a través de todas las fases de desarrollo, incluso en la nascencia, presentando un ligero máximo en la fase de ahijamiento.

En los guisantes y habas el contenido de Ca en las últimas fases del ciclo de desarrollo es aproximadamente 10 veces más alto que el de las gramíneas en dichas fases, siendo superior en los guisantes que en las habas y variando notablemente con la edad de las plantas.

Magnesio.—En el trigo el contenido de Mg disminuye desde la fase de ahijamiento hasta la de granazón, permaneciendo ya constante hasta la madurez.

En la cebada el contenido de Mg es superior al del trigo, disminuye desde la fase de nascencia hasta la de granazón y se mantiene constante hasta la madurez.

En los guisantes y habas el contenido de Mg en las últimas fases del ciclo de desarrollo es superior al de las gramíneas en dichas fases, y se mantiene constante.

b) *Nitrógeno.*

En el trigo el contenido de N total disminuye notablemente desde la fase de ahijamiento hasta la de granazón, a partir de la cual el contenido de N permanece prácticamente constante hasta la madurez.

En la cebada el contenido de N total sigue un comportamiento paralelo al del trigo y su valor es del mismo orden ligeramente inferior en las tres últimas fases del ciclo de desarrollo. También hemos observado aquí el contenido de N en la fase de nascencia encontrando que posee el mismo valor que en la fase de ahijamiento.

En los guisants y habas el contenido de N total en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es superior al de las gramíneas en dichas fases, y además hay que señalar que el valor no se mantiene constante desde la fase de granazón hasta la madurez como ocurre en las gramíneas, sino que varía notablemente. El comportamiento durante las primeras fases no sabemos si es paralelo al de las gramíneas, por no haber podido estudiar todo su ciclo de desarrollo. Se observa además que el contenido de N total es superior en los guisantes que en las habas.

c) *Fósforo.*

En el trigo el contenido de P disminuye notablemente desde la fase de ahijamiento hasta la de granazón, a partir de la cual el contenido de P permanece constante hasta la madurez.

En la cebada el contenido de P sigue un comportamiento paralelo al del trigo, si bien, su valor es superior en todas las fases del ciclo de desarrollo. También hemos hallado el contenido de P en la fase de nascencia encontrando que posee un valor mucho más alto que en la fase de ahijamiento.

En los guisantes y habas el contenido de P en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es superior al de las gramíneas en dichas fases, además hay que señalar que el contenido de P no permanece constante desde la fase de granazón hasta la madurez como ocurre en las gramíneas, sino que varía en las plantas de la parcela de secano sin abonar, más que en las de regadío. ;

2. *Influencia de los distintos tratamientos del suelo*

a) *Cationes individuales.*

En el trigo para cada fase de desarrollo, los contenidos de K, Na, Ca y Mg prácticamente no varían con la cantidad de turba (Kg/Ha)

agregada al suelo para su cultivo por comparación con plantas cultivadas en un testigo sin turba, observándose mayor constancia en los tres últimos elementos citados .

En la cebada para cada fase de desarrollo, los contenidos de K, Na, Ca y Mg prácticamente no varían con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo, por comparación con un testigo sin turba.

En los guisantes y habas para cada fase de desarrollo, los contenidos de K, Na y Ca varían notablemente según se consideren las plantas de la parcela de secano, sin abonar, o de regadío, abonada, pudiendo señalar únicamente para el Ca que los contenidos son mucho menores en la parcela de regadío, en las fases del ciclo de desarrollo por nosotros estudiadas. Por el contrario, el contenido de Mg permanece prácticamente constante.

b) *Nitrógeno.*

En el trigo y cebada para cada fase de desarrollo, el contenido de N total prácticamente no varía con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con las plantas cultivadas en un testigo sin turba.

En los guisantes y habas para cada fase del desarrollo el contenido de N total varía ligeramente según se consideren las plantas de la parcela de secano sin abonar o las de regadío abonadas, encontrando que su valor es superior en las plantas de la parcela de regadío.

c) *Fósforo.*

En el trigo y cebada para cada fase de desarrollo, el contenido de P prácticamente no varía con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con las plantas cultivadas en un testigo sin turba.

En los guisantes y habas para cada fase de desarrollo, el contenido de P varía pero de distinta forma según la fase de crecimiento que se considere, siendo mayor la variación en la fase de fruto verde que en la de flor y fruto. No podemos conocer si estas variaciones ocurren a lo largo de todo el ciclo por no haber podido estudiar las primeras fases de desarrollo.

COMPOSICIÓN MINERAL DE LA RAÍZ DE LAS PLANTAS.

1. *Influencia de las fases del ciclo de desarrollo*a) *Cationes individuales.*

Potasio.—En las raíces del trigo el contenido de K es cinco veces menor que en la parte aérea. El valor máximo al igual que en la parte aérea se alcanza en la fase de ahijamiento, descendiendo notablemente hasta la madurez donde posee un valor de 4 m.e./100 g.

En las raíces de cebada el contenido de K es aproximadamente tres veces menor que en su parte aérea y presenta un comportamiento análogo al contenido de K en la raíz del trigo.

En los guisantes y habas el contenido de K de sus raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, varía con la edad de las plantas siendo superior en las habas que en los guisantes cuyo valor es del mismo orden que el de las gramíneas en dichas fases de crecimiento.

Sodio.—En las raíces del trigo el contenido de Na es inferior al de la parte aérea y su valor disminuye desde la fase de ahijamiento hasta la madurez donde alcanza valores muy bajos.

En las raíces de cebada el contenido de Na es notablemente inferior al de su parte aérea, disminuye ligeramente a través de todas las fases de desarrollo, siendo su contenido muy bajo en la fase de madurez.

El contenido de Na de las raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es superior en las habas que en los guisantes, existiendo en las habas variaciones bruscas con la edad en tanto que en los guisantes no.

Calcio.—En las raíces del trigo el contenido de Ca aumenta desde 4 m.e./100 g. en la fase de ahijamiento hasta 9 m.e./100 g., en la de madurez, al contrario que el contenido de K que presenta un marcado descenso en el mismo período.

En las raíces de cebada el contenido de Ca es semejante al de las raíces de trigo y también su comportamiento.

El contenido de Ca de las raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es superior en los guisantes que en las habas y a su vez más elevado que el de las gramíneas. También hay que señalar que en los guisantes la variación del contenido de Ca según la fase de crecimiento que se considere es más brusca que en las habas.

Magnesio.—En las raíces de trigo el contenido de Mg es prácticamente constante presentando un ligero aumento desde la fase de ahijamiento a la de floración.

En las raíces de cebada el contenido de Mg es del mismo orden que

el del trigo, excepto en la madurez que es inferior, si bien el comportamiento es distinto, el contenido de Mg disminuye desde la fase de ahijamiento hasta la de madurez.

En los guisantes y habas el contenido de Mg de sus raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, es aproximadamente del mismo orden en ambas y su comportamiento es paralelo, variando su valor con la edad más bruscamente en las habas que en los guisantes.

b) *Nitrógeno.*

En las raíces del trigo y cebada el contenido de N total presenta un valor y un comportamiento análogos a lo largo del ciclo vegetativo, disminuyendo ligeramente desde la fase de ahijamiento a la de floración, a partir de la cual el contenido de N se mantiene constante hasta la madurez.

En los guisantes y habas el contenido de N total de sus raíces en las últimas fases de su ciclo de desarrollo, presentan un valor y comportamiento análogos, disminuyendo ligeramente en las fases por nosotros estudiadas.

c) *Fósforo.*

En las raíces del trigo y cebada el contenido de P presenta un valor y un comportamiento análogos a lo largo del ciclo de desarrollo, disminuyendo ligeramente desde la fase de ahijamiento a la de floración, a partir de la cual se mantiene su valor constante hasta la madurez.

En los guisantes y habas el contenido de P de sus raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, presenta un valor y un comportamiento análogos, disminuyendo ligeramente desde la fase de flor y fruto a la de fruto verde.

2. *Influencia de los distintos tratamientos del suelo*

a) *Cationes individuales.*

En las raíces de trigo para cada fase de desarrollo los contenidos de K, Na, Ca y Mg permanecen prácticamente constantes con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con plantas cultivadas en un testigo sin turba, ya que los cambios que observamos en los contenidos de todos los elementos citados en algunas de las fases de crecimiento son inconsistentes.

En las raíces de cebada para cada fase de desarrollo los contenidos de K, Na, Ca y Mg permanecen prácticamente constantes con la can-

tidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con plantas cultivadas en un testigo sin turba, ya que los cambios observados en los contenidos de todos los elementos citados son inconsistentes, excepto para el Mg que en dos de las fases de crecimiento, floración y madurez, presentan cambios consistentes, aumento y disminución respectivamente frente al testigo.

En los guisantes y habas los contenidos de K, Na, Ca y Mg de sus raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, presenta en general distintos valores según se consideren las plantas de la parcela de secano, sin abonar o de regadío abonadas, si bien el comportamiento de los dos géneros es diferente para cada elemento. Las habas presentan cambios bruscos en los contenidos de todos los elementos citados, pero mientras que los valores del Ca y Mg de las plantas de regadío disminuyen, los contenidos de Na aumentan y los contenidos de K presentan cambios inconsistentes. Los guisantes muestran un comportamiento análogo a las habas sólo para los contenidos de Ca, ya que los contenidos de K muestran ligeros cambios y los contenidos de Na y Mg permanecen prácticamente constantes en las plantas de ambas parcelas.

b) *Nitrógeno.*

En las raíces del trigo y cebada para cada fase de desarrollo el contenido de N total prácticamente no varía con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con plantas cultivadas en un testigo sin turba.

En los guisantes y habas para cada fase de desarrollo, el contenido de N total de sus raíces en las últimas fases del ciclo de desarrollo, prácticamente no varía para las plantas cultivadas en las dos parcelas consideradas (secano y regadío).

c) *Fósforo.*

En las raíces del trigo y cebada para cada fase de desarrollo el contenido de P prácticamente no varía con la cantidad de turba (Kg/Ha) agregada al suelo para su cultivo por comparación con plantas cultivadas en un testigo sin turba.

En los guisantes y habas para cada fase de desarrollo el contenido de P de sus raíces en las últimas fases del ciclo, prácticamente no varía para las plantas cultivadas en las dos parcelas consideradas (secano y regadío).

RESUMEN

Hemos estudiado la composición mineral de especies de gramíneas y leguminosas a lo largo del ciclo vegetativo.

En las gramíneas, la absorción catiónica y aniónica tiene lugar preferentemente durante la primera parte de dicho ciclo. Hay que señalar que la concentración de K es mayor que la de los restantes cationes.

En las leguminosas, se ha estudiado solo la composición mineral en las últimas fases del ciclo de desarrollo, observándose diferencias principalmente para el contenido de Ca, el cual es mucho mayor que en las gramíneas.

En la parte aérea de gramíneas y leguminosas, el contenido catiónico es en general mayor que en las raíces, en tanto que el contenido aniónico es del mismo orden o menor.

Respecto a la influencia de los distintos tratamientos del suelo hemos de señalar, que la turba en la cantidad agregada al cultivo de gramíneas, no influye en la composición mineral de las mismas. Por otra parte, en las leguminosas cultivadas en las dos parcelas (secano sin abonar y regadío abonada), existen diferencias en su contenido catiónico.

*Instituto de Edafología y Biología
Vegetal. Madrid*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALBAREDA, J. M. y MARTÍN, A. Estudio de la capacidad de cambio catiónico de las raíces y de algunos factores que la afectan. Anal. de Edaf. y Agrob. (en prensa).
- (2) BURRIEL MARTÍ, F., RAMÍREZ MUÑOZ, J. y BENITO POTOUS, A. 1957. Aplicaciones analíticas de la fotometría de llana. Anal. Edaf., XVI, 167-202.
- (3) DEKOCK, P. C. 1964. The physiological significance of the potassium-calcium relationship in plant growth. Outlook on Agriculture, IV, 93-98.
- (4) HOMER, D., CHAPMAN and PARKER PRATT, F. 1961. Methods of analysis for soils plants and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences.
- (5) OHLROGGE, A. J. 1960. Mineral nutrition of soybeans. Advances in Agronomy, XII, 229-263.
- (6) — — 1962. The Purdue soil and plant tissue tests. Station Bulletin 635. Purdue University. Agricultural Experiment Station. Lafayette. Indiana.
- (7) YOUNG, H. Y. and GILL, R. F. 1954. Determination of magnesium in plant tissues with thiazole yellow. Anal. Chem., 26, 751-754.

ESTUDIO DE CONCRECIONES FERRUGINOSAS DE MESONES (GUADALAJARA)

por

J. GALVAN, J. GARCIA VICENTE, J. J. ALONSO
y H. CARVAJAL

SUMMARY

THE STUDY OF THE FERRUGINEOUS CONCRETIONS FROM MESONES (GUADALAJARA)

A series of concretions from Mesones (Guadalajara) have been studied with the most adequate techniques. We came to the following conclusions: a) The most characteristic minerals are staurolite, quartz, kaolinite, mica, goethitic iron and hematite; b) Manganese is found mainly in black zones; c) Iron and manganese are found in diffuse status; d) Genetically they belong to the sedimentologic facies of Guadalajara.

INTRODUCCIÓN

Con motivo de la Segunda Reunión de la Ciencia del Suelo, celebrada en Madrid en el mes de julio de 1964, se realizó una excursión científica a los valles de los arroyos Camarmilla y Torote, afluentes ambos del río Henares. El Camarmilla recorre la zona de los pueblos Torrejón del Rey, Valdeavero, Camarma del Caño, Camarma de Esteruelas, hasta desembocar en el río Henares, en zona próxima a Alcalá de Henares. El arroyo Torote corre paralelo al anterior, por Serracines y Fresno del Torote (fig. 1).

Las terrazas de estos arroyos no se conservan como las del río Henares, pasando muchas a ser formaciones de ladera integradas por cantos de cuarcitas y arenas.

Uno de los perfiles de suelos que se estudiaron (fig. 2), situado en el término de Mesones (Guadalajara), lat. $40^{\circ}45'10''$ N., long. $0^{\circ}16'30''$ E., y a una altitud de 860 m., al que corresponde el nivel de la altiplanicie de Guadalajara, se presenta en un relieve muy llano, excepto en donde aparecen barranqueras (fig. 3), originadas por arroyos de régimen torrencial.

En una de las torrenteras que empieza próxima a la zona superior de la raña, formada por cantos de cuarcitas y areniscas (fig. 4) muy duras, con elementos más finos interpuestos, aparecen unas concrecio-

nes color ocre en su parte externa, y negra en su parte interna. Estas despertaron gran interés en los asistentes, sobre todo al pretender conocer la composición de las mismas y su posible génesis.

El drenaje del perfil es bueno en superficie con permeabilidad de un 70 % en 120 cm. de profundidad. La vegetación está formada especialmente por el género *Quercus ilex*, muy degradada. El perfil del suelo se indica en la tabla I (9).

TABLE I
Perfil del suelo

Prof. en cms.	Límite	Color	Textura	Estructura	Compacidad	Observaciones
0-10	Difuso	5YR 5/8	Frc-Arn	Ang. peq.	Compacto	—
10-40	Difuso	5YR 5/8	Frc Lim	sin	Compacto	Pedr. 50 %
40-80	Difuso	5YR 5/8	Frc-Arc	Ang. peq.	Compacto	Concreciones
80-180	Difuso	10YR 5/8	Frn-Arc	sin	Compacto	Pedr. 80 %
180-240	Difuso	10YR 5/8	Frn-Arc	sin	Compacto	—
240-380	Definido	10YR 5/8	Frn-Arc	sin	Medio	Gravi. 33 %

Si bien la situación de las concreciones ferruginosas, según este perfil, se fijan entre los 40 y 80 cm., la realidad es que en otros próximos aparecen también a menos profundidad.

Los datos analíticos para este perfil se muestran a continuación en la tabla II (9).

TABLE II
Datos analíticos

Prof. en cms.	pH	Capac. Tot.	Cationes de cambio		CO ₂ Ca	Elementos gruesos %
			Ca	Mg		
0-10	6,5	15,6	8,7	4,2	no	8,0
10-40	5,0	31,2	14,3	10,8	no	59
40-80	5,0	28,1	12,3	8,0	no	63
80-180	5,0	28,7	11,4	9,0	no	30
180-240	5,0	26,9	11,5	7,5	no	42
240-380	7,0	17,5	12,3	—	si	26

ANTECEDENTES

Entre los diversos trabajos efectuados para estudiar concreciones semejantes (1, 3, 4), creemos interesante citar el de L. J. Alías, que estudió unas de la Guinea continental española, en las que encontró como principales componentes minerales los que se indican en la tabla III.

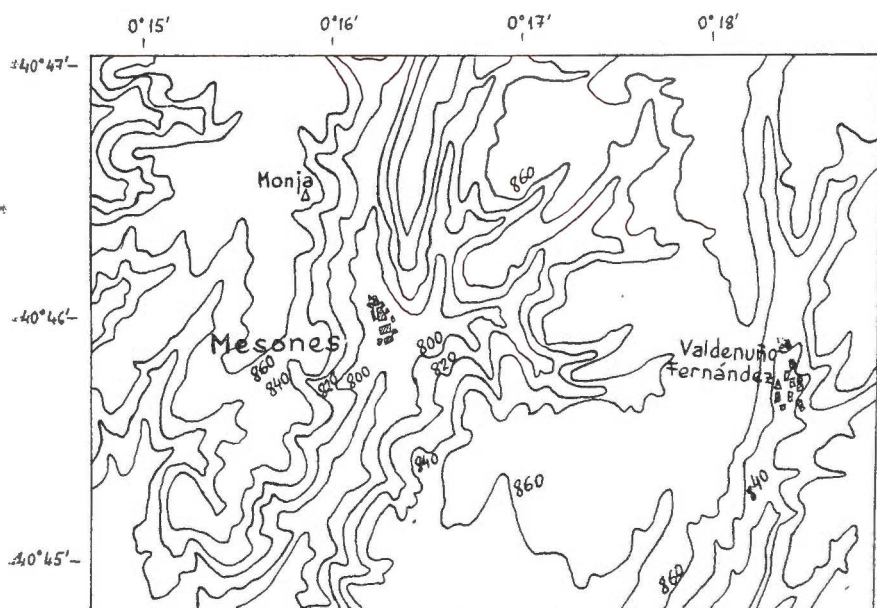


Fig. 1.

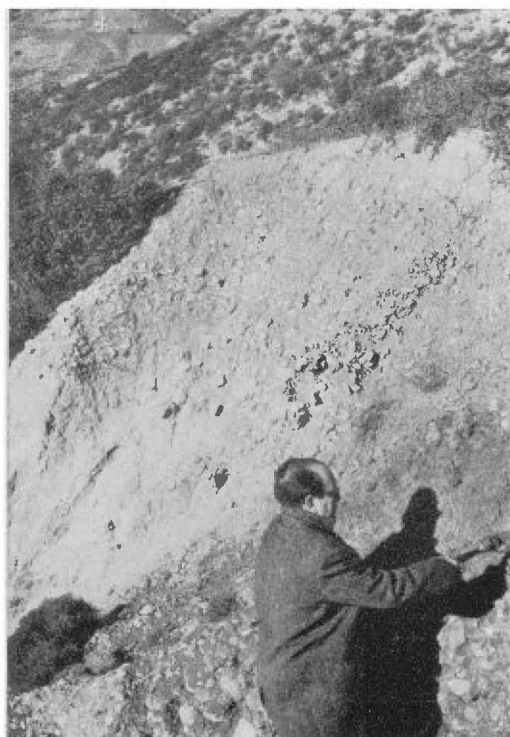


Fig. 2.—Zona superior de la raña con las concreciones.



Fig. 3.—Barranqueras en Mesones. Zona superior de la raña.



Fig. 4—Cantos de cuarcita en la zona superior de la raña con concreciones.

TABLA III

Muestras	Caolinita	Lepidocrocita	Goethita	Cuarzo	Gibbsita
6 A	++—	++	++—	sí	
B	++	+—	+++	sí	
B/C	++—		+++—	no	
16-1 Conc.	++		+	sí	
Z. r.	+++—		—		—
Z. a.	++++		—		—
16-2 Conc.	+++		++	sí	
Z. r.	sí		sí	sí	
Z. a.	++++		+		+
18 Conc.	+—		++++	no	
Z. a.	sí		sí	sí	
Suelo	+++—		+	sí	
19 C ₁	+—		+++—	no	?
C ₂	+++		++	no	
C _{3a}	+++—	+	+—	no	
C _{3b}	++—		+	no	
C ₄	++++	+	+	no	

Z. r. = zonas rojizas; Z. a. = zonas amarillentas; Conc. = concreciones.

Como se puede apreciar en la misma, los componentes minerales más abundantes, son: caolinita y goethita, con variación en la presencia de cuarzo; sin embargo, este mineral nos aparece como típico en las concreciones encontradas en Mesones.

Por otra parte, J. M. Oades (5), en un estudio sobre la naturaleza y distribución de los compuestos de hierro en suelos, refiriéndose a las concreciones indica que éstas pueden ser debidas a dos procesos generales: uno físico-químico de oxidación-reducción, y otro de tipo biológico.

Estas concreciones estarían formadas por una serie de minerales, siendo los más abundantes los de hierro. A este respecto hacemos notar lo interesante de las relaciones existentes entre los óxidos e hidróxidos de hierro, las cuales se dan en la figura 5, tomada del trabajo de Oades (5).

Otro tipo de concreciones ha sido estudiado por Sherman y Kanehiro en las islas Hawai (8), las cuales se han formado en la corteza laterítica, siendo la mayoría magnéticas; y su contenido en hierro oscila entre 71,2 y 81 %. Estas concreciones fueron debidas a corrientes capilares que llevaban hierro a la superficie, y todas han sido formadas por procesos edafológicos y bajo unas condiciones climáticas que favorecieron los procesos de oxidación-reducción, así como los de hidratación-deshidratación.

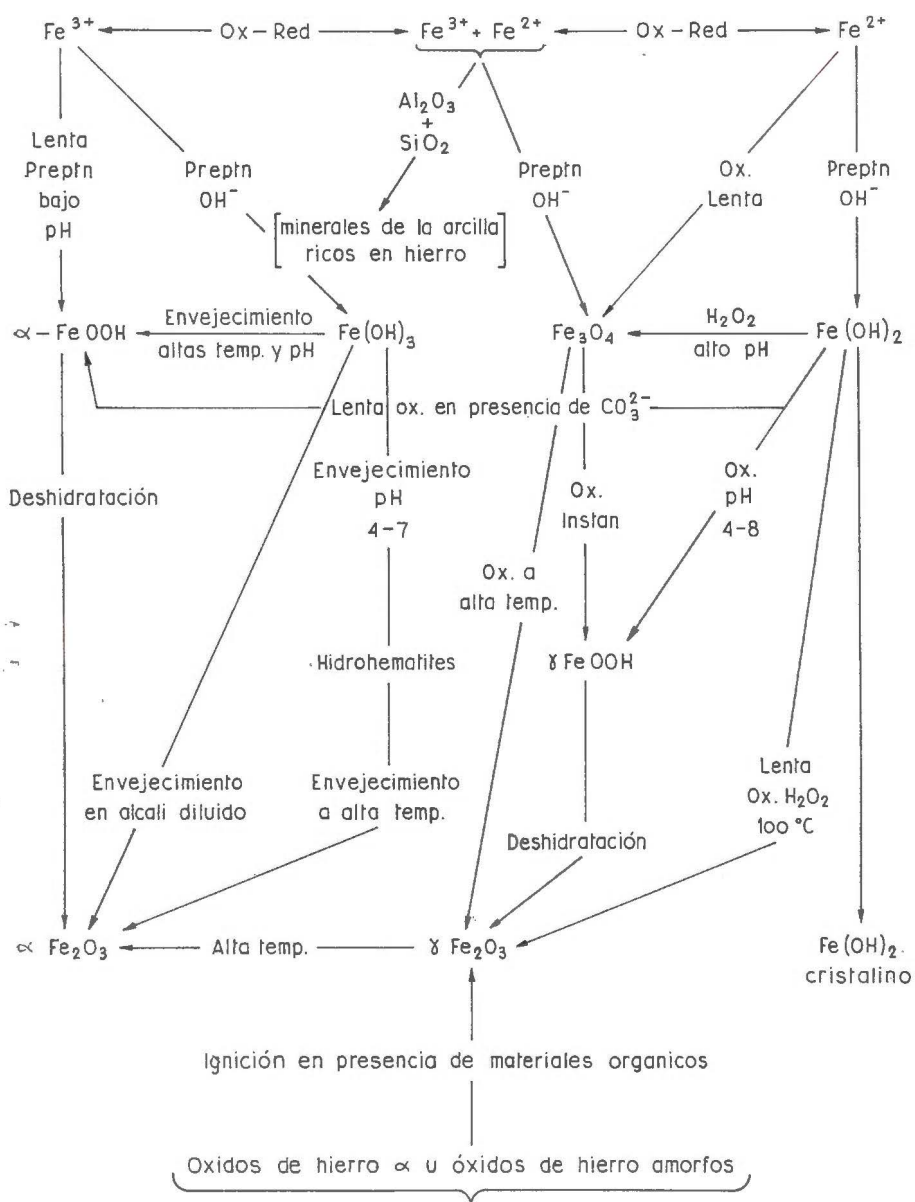


Fig. 5.

Con estos antecedentes, hemos seguido el criterio de hacer un estudio lo más completo posible de estas concreciones. Las de Mesones se presentan en formas más o menos esféricas de aproximadamente un centímetro de diámetro, aun cuando algunas alcanzan mayor tamaño, la mayoría de color ocre en su parte externa y negro en su parte interna. La diferencia de color entre ambas zonas podría obedecer a una distinta composición mineralógica, la cual procuraremos comprobar.

MÉTODO EXPERIMENTAL

Aquella caracterización implica el uso de diversas técnicas que nos permitirán señalar, no sólo la composición (de elementos y minerales), sino también su distribución y posición en las concreciones. A continuación describimos las técnicas empleadas.

a) *Microscopía óptica*

Para la preparación de las muestras se siguieron las técnicas normales en petrografía sedimentaria, para estudio de fracción ligera y pesada, en tamaño de grano menor de 0,5 mm. Este método nos permite, por las asociaciones de minerales reconocidos en el conteo sobre cien granos transparentes, saber el paisaje geológico de donde fueron arrancadas dichas especies.

Las muestras se lavaron y decantaron para eliminar la fracción arcilla; secadas y pesadas se trataron por ClH al 50 % el tiempo necesario para eliminar los carbonatos; posteriormente se las somete a tratamiento con NO_3H para destruir los hidróxidos de hierro; después de un nuevo lavado y secado se pesan, separando a continuación las fracciones ligera y densa con bromoformo ($d = 2,9$).

El resultado obtenido con el empleo de esta técnica es el siguiente:

	Fracc. densa negra	Fracc. densa ocre
Opacos naturales	5	12
Opacos de alteración	3	6
Turmalina	3	7
Estaurolita	93	85
Distena	1	4
Andalucita	2	—
Silimanita	3	3
Circón	—	1

Las estaurólitas son pardo rojizas, ricas en inclusiones carbonosas; distena y andalucita se presenta limpias.

Las fracciones ligeras de la parte negra y ocre están constituidas especialmente por granos de cuarzo y aglomerados formados por numerosas partículas silíceas, rodeadas de materiales ferruginosos. Se observan también láminas de mica, preferentemente biotita.

b) *Análisis por fluorescencia de rayos X*

Mediante esta técnica conoceremos los distintos elementos que constituyen la muestra. Se ha empleado para dicho análisis un espectrógrafo de rayos X, Philips, compuesto por un generador PW 1010/30, goniómetro 1050/25, panel de circuito electrónico PW 1051/30. Espectrógrafo universal de vacío PW 1540 y discriminador.

Con cristal de FLi se han determinado los siguientes elementos: Mn, Fe, Ce, Ba, Pd, Zr, Rb, Cu, Zn, Ni, Co y Ti.

Con cristal de EDDT: Mn, Fe, Ce, Ba, Zr, Rb, Cu, Zn, Ni, Co, Ti, Cr, Sc, Ca, K, Sn, P, Sr, Si, Al.

c) *Difracción de rayos X*

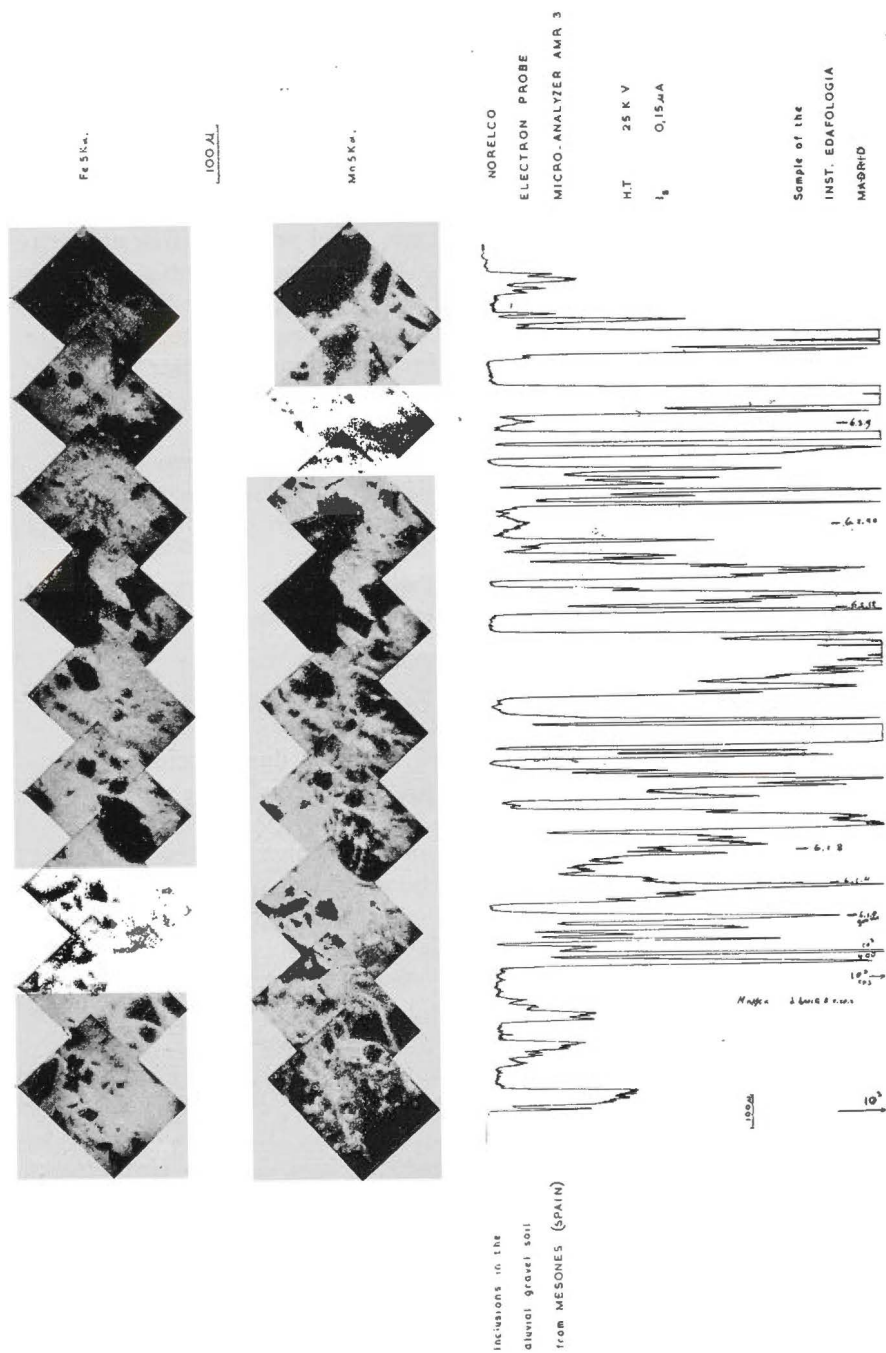
Esta técnica, complementaria de la anterior, nos señalará los compuestos minerales que están presentes, formados por los elementos detectados por fluorescencia.

Se ha llevado a cabo la parte experimental con difractómetro Philips PW 1010, goniómetro PW 1050, registrador automático PW 1051, tubo de hierro, 30 kV y 10 mA, filtro Mn, multiplicación $\times 4 \times 1$, ranura de divergencia 1° , ranura de recepción 0,2 mm., ranura de dispersión 1° , velocidad de exploración $1^\circ/\text{min}$, velocidad del papel 400 mm/h, constante de tiempo 8 seg.

Se han efectuado dos diagramas: uno de la parte ocre (64103101), y otro de la negra (64103102). Los diagramas muestran una clara diferencia. En ambos el cuarzo se presenta como componente mayoritario, acompañado de un mineral íltico. En la parte ocre, aparecen también goethita y hematites. Estos últimos minerales se encuentran igualmente en la parte negra, pero en mucha menor proporción, presentándose en ella, además, pirolusita y caolinita.

d) *Análisis con microsonda electrónica Norelco AMR/3*

Teniendo ocasión de emplear este nuevo método de investigación en los laboratorios de Philips, en Eindhoven (Holanda), lo hemos aplica-



do en este estudio. Por medio de tal aparato, y después de obtener una superficie pulida de las concreciones, metalizándolas posteriormente con aluminio, es posible efectuar un análisis de la muestra en una zona de una micra cuadrada. Esta técnica, además, tiene la posibilidad de hacer un barrido de la muestra a lo largo de líneas seleccionadas previamente sobre la imagen microscópica de la misma. De tal manera se puede analizar tanto los distintos elementos existentes en un punto ($1 \mu^2$ de superficie) como la variación cuantitativa de un elemento determinado a lo largo de la línea seleccionada. Dado que en el problema que nos ocupa lo más interesante es determinar las diferencias existentes entre las zonas ocre y negra de la muestra, se procedió a efectuar un barrido electrónico siguiendo una línea que seleccionamos previamente, en la que existían ambas coloraciones; de esta forma pudimos obtener una serie de fotografías y un diagrama (fig. 6) demostrativo de:

- 1) Existencia de Fe (γK_{α}), así como de Mn (γK_{α}).
- 2) La zona negra posee una mayor cantidad de Mn que de Fe.
- 3) Se revela la existencia de un mineral, posiblemente cuarzo, que no posee impregnación de hierro ni manganeso, así como otros que la tienen ligeramente.

El método es francamente demostrativo y sería interesante poder hacer una investigación más detenida exclusivamente con este sistema.

e) *Estudio con microscopio electrónico*

De una serie de concreciones se separaron las dos fracciones ya señaladas; ambas se prepararon con dispersión normal para su observación directa al microscopio electrónico.

Por otra parte, rota transversalmente una concreción se hizo una réplica doble con triafol y después carbono, siendo esta última la que se estudió. Los resultados de ambas observaciones figuran a continuación.

Indiquemos que se estudiaron con aumentos muy variables, desde 8.000 a 40.000 en pantalla y visión final $\times 10$ de las anteriores, dada la extrema pequeñez de muchos minerales arcillosos.

El estudio fue realizado en el microscopio electrónico Elmiskop I, del Servicio de Microscopía Electrónica de la División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza.

Los resultados obtenidos con este método han sido los siguientes:

- 1) Fracción ocre: Predominio de las caolinitas con tamaño medio de $0,1 \mu$ a $0,2 \mu$, láminas tenues; presencia de micas y abundancia de hierro goethítico, presentando una morfología semejante a asteriscos; otro acicular de hierro hematítico. Existencia posible de un mineral de manganeso semejante a microtubos poco netos. Todos ellos en gran parte absorbidos sobre los otros minerales de la arcilla (fotomicrografías 3.618 (fig. 7) y 3.619 (fig. 8), 25.000 aumentos).

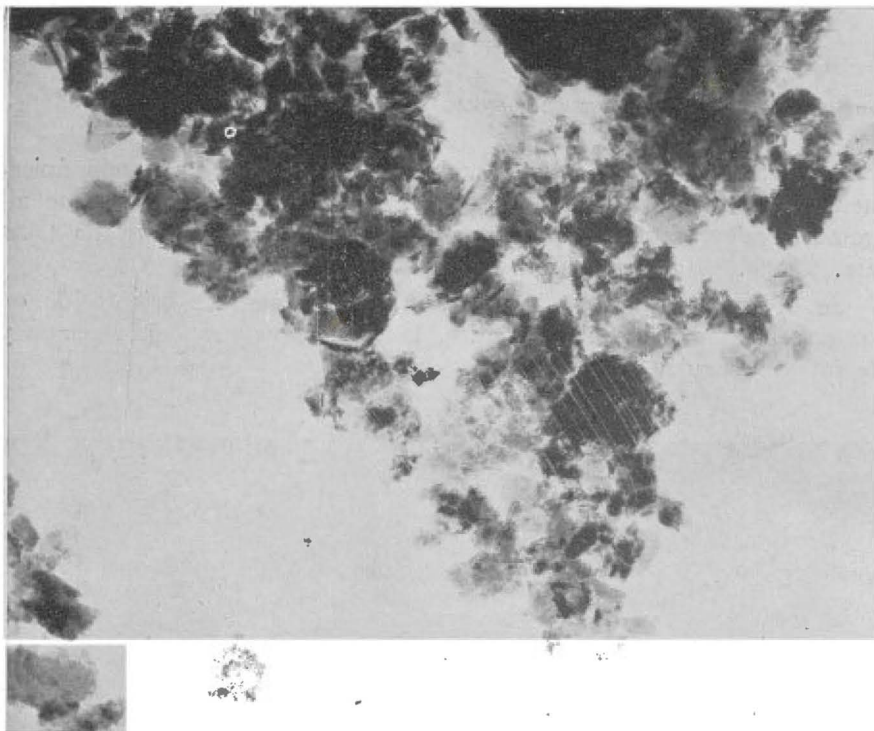


Fig. 7.—Microfotografia 3.618.

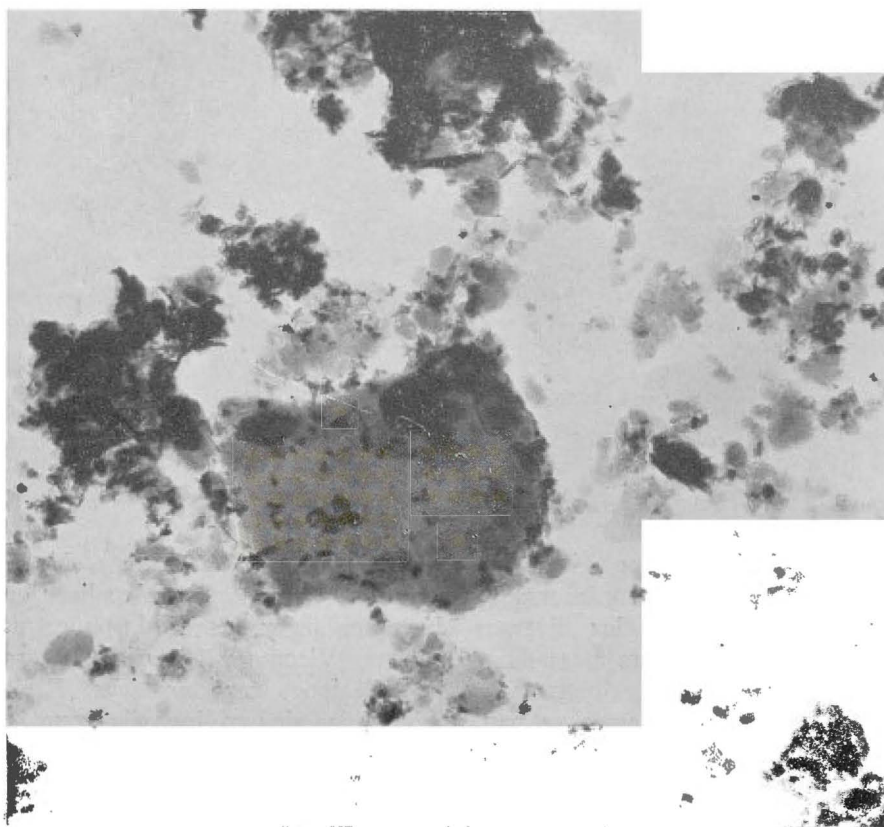


Fig. 8.—Microfotografia 3.619.

2) Fracción negra: Muy semejante a la anterior, variando únicamente en la proporción de hierro hematítico y manganeso, que se incrementa mientras el goethítico pasa a ser escaso (fotomicrografía 3.620 (fig. 9), 80.000 aumentos).

Se observa en la réplica efectuada que no aparece orientación en los minerales, creciendo, por tanto, la concreción por superposición y de forma irregular.

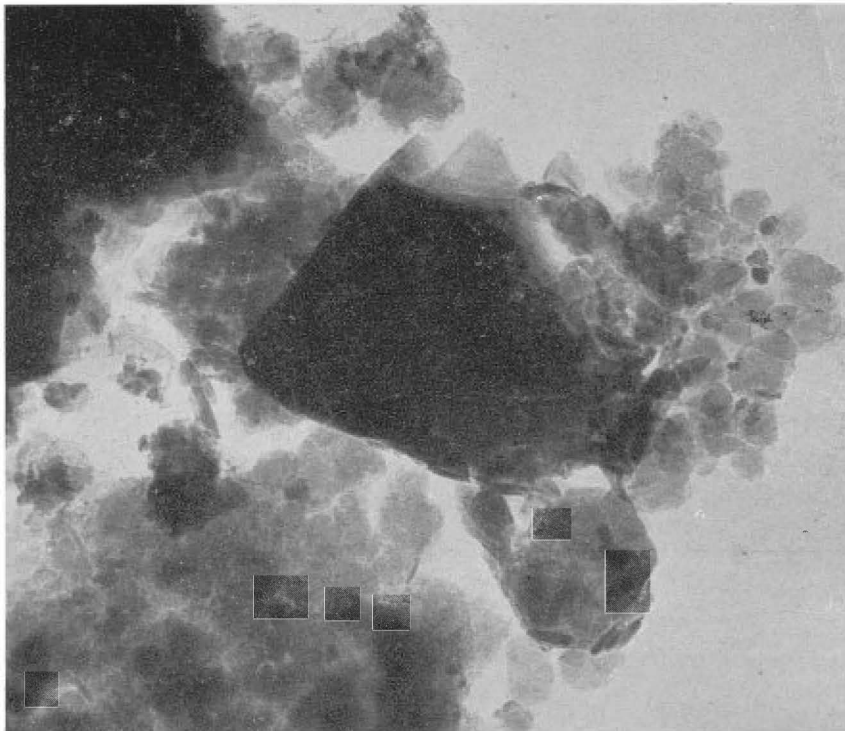


Fig. 9.—Microfotografía 3.620.

f) *Presencia del hierro y calcio en las concreciones*

Uno de los puntos más interesantes de esta investigación ha sido el empleo de la técnica microrradiográfica, que nos permitió localizar en su posición natural los diversos elementos presentes en la muestra. Siguiendo las normas marcadas por García Vicente y Carvajal (10), se han efectuado dos radiografías con radiaciones características, NiK_α y CoK_α ; de esta forma se han obtenido las dos radiografías que se muestran en las figuras 10 y 11.

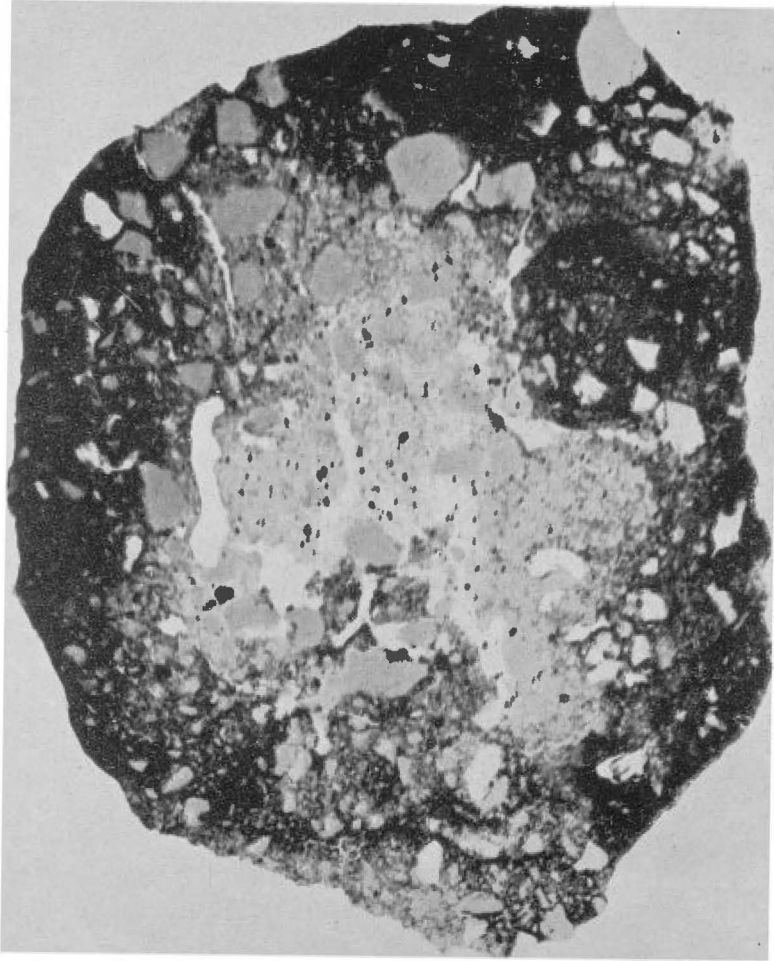


Fig. 10.—Positivo de una radiografía realizada con radiación K_{α} del Ni, longitud de onda 1.658 Å.

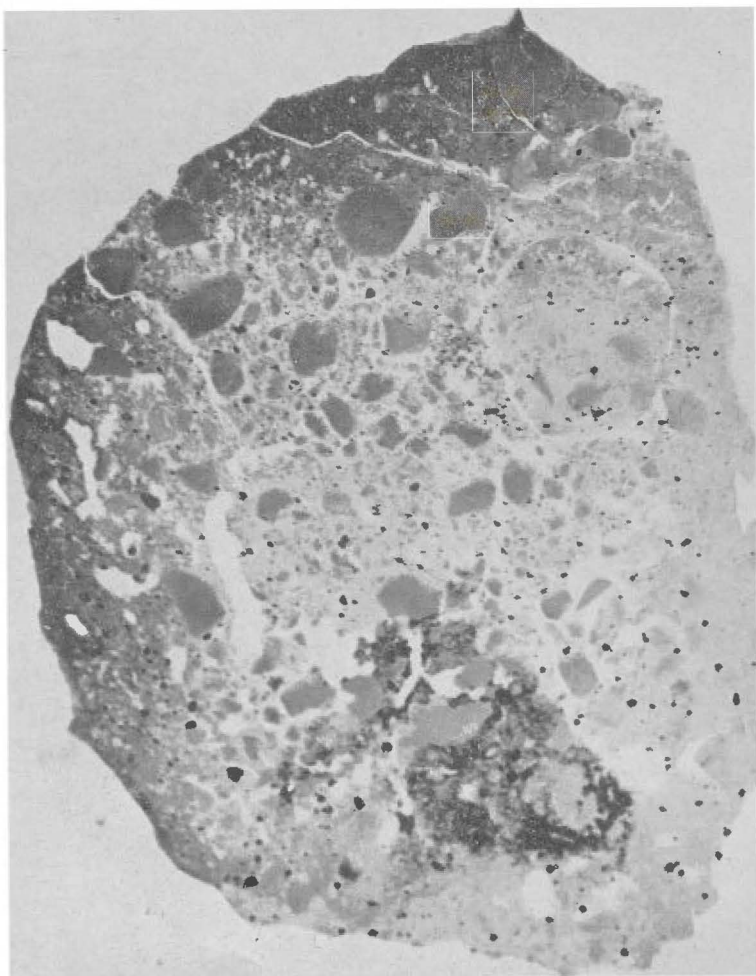


Fig. 11.—Positivo de una radiografía realizada con radiación K_{α} del Co, longitud de onda 1.789 Å.

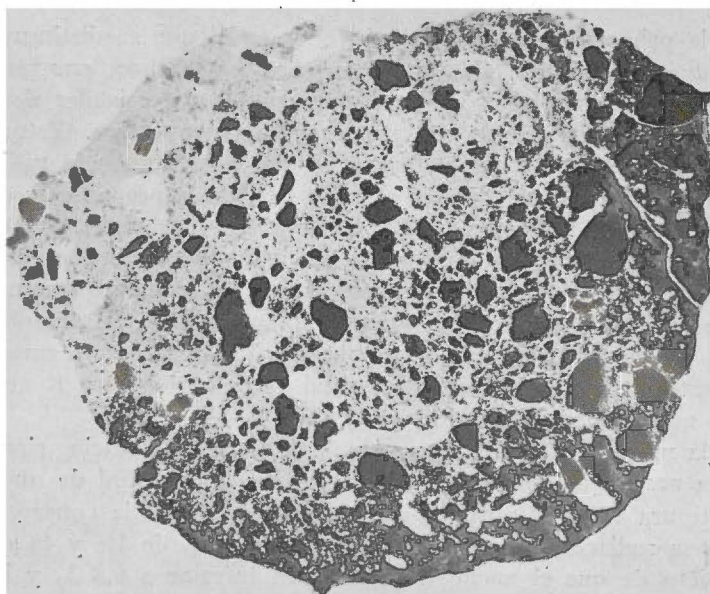


Fig. 12.—Positivo de una radiografía realizada con longitud de onda inicial de 2.478 Å y «ancho de banda» de 0.2 Å.

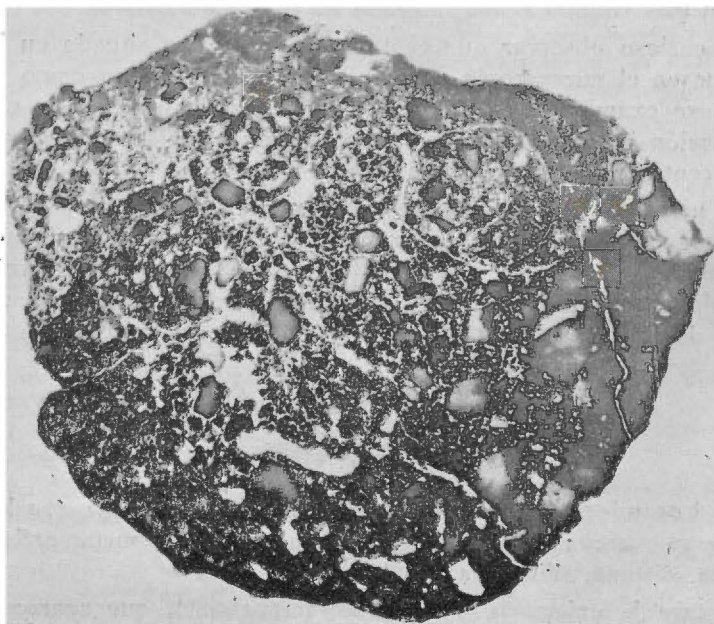


Fig. 13.—Positivo de una radiografía realizada con longitud de onda inicial de 3.098 Å.

En la primera tenemos un positivado, en el que se distingue claramente una serie de cristales angulosos de tono oscuro, por tanto opacos a la radiación empleada y que corresponden a cristales de cuarzo, determinados previamente con microscopio petrográfico. Estos cristales aparecen rodeados por un material que presenta en la radiografía un tono gris y que corresponde al color ócre de la preparación original.

Empleando la radiación CoK_{α} , observamos claramente una disminución en la intensidad del tono de la misma, por lo que hay un factor importante existente, que es la presencia de un elemento que es transparente para esta longitud de onda; está por tanto, claramente determinada la presencia de hierro, ya que es el elemento que cumple perfectamente estas condiciones. (Longitud de onda del salto K en el coeficiente específico de absorción 1,744 Å).

De la misma forma se determina la presencia de calcio, siendo únicamente necesario, como es lógico, cambiar la longitud de onda.

La figura 12 es el positivo de una radiografía de la concreción realizada con radiación continua y filtrada con 50 μ de Be y 46 μ de Al, con objeto de que el ancho de banda sea inferior a 0,2 Å, y longitud de onda inicial de 2,478 Å.

La figura 13 es el positivo de una radiografía de la misma concreción efectuada con radiación continua y filtrada con 50 μ de Be y longitud de onda inicial de 3,098 Å. La finalidad de ambas es localizar calcio en la preparación, cuyo salto en el coeficiente específico de absorción está situado a una longitud de onda de 3,070 Å.

Es curioso observar que el calcio parece estar situado en los granos que en el microscopio petrográfico se identificaron como de cuarzo. Si se examinan atentamente, se observa en alguno de ellos una distribución irregular del compuesto de calcio que los constituye, siendo el centro más rico en tal compuesto.

Es necesario realizar nuevas investigaciones sobre preparaciones de la misma naturaleza para confirmar la posible existencia de un tercer elemento en estos granos. Este estudio se está continuando sobre una serie de concreciones semejantes recogidas en distintos lugares, con objeto de confirmar su constitución y estudiar sus relaciones genéticas.

CONCLUSIONES

1. Los minerales que caracterizan la fracción arena son la estaurolita y el cuarzo; se asocian a minerales típicos de metamorfismo (andalucita, distena, silimanita).

Destaca la existencia de material ferruginoso, que aparece ligeramente más abundante en opacos naturales en la fracción ócre.

2. En la fracción arcilla se caracterizan caolinita y mica, siendo el

hierro goethítico la forma más abundante y secundariamente hematites. La técnica de réplica muestra que no hay orientación en la disposición de los minerales.

3. Se detecta la presencia de los elementos siguientes: Mn, Fe, Ce, Ba, Zr, Rb, Cu, Zn, Ni, Co, Ti, Cr, Sc, Ca, K, Sn, P, Sr, Si, Al, Pd. El manganeso se encuentra preferentemente en las zonas negras que siguen teniendo hierro.

4. Para los elementos hierro y calcio, específicamente estudiados en cuanto a su distribución, podemos afirmar que están repartidos de modo difuso en toda la muestra; para este último se encuentra, además, una cierta asociación con los granos de cuarzo.

5. El origen de los minerales de la fracción densa queda señalado por su paragénesis en la zona de metamorfismo próxima de la Sierra Central. Fertenecen a la facies sedimentológica de Guadalajara y alcanzaron la zona de estudio, formando parte de una morfología de rañas, caracterizada por la presencia de las cuarcitas más o menos rodadas. (Para esta datación nos remitimos a la bibliografía correspondiente (2), (6), (7)).

RESUMEN

Se estudian una serie de concreciones recogidas en Mesones (Guadalajara), con las técnicas más idóneas, llegándose a las siguientes conclusiones: a) Los minerales más característicos son estaurólita, cuarzo, caolinita, mica, hierro goethítico y hematites. b) El manganeso se encuentra preferentemente en las zonas negras. c) El hierro y manganeso se encuentran en forma difusa. d) Genéticamente pertenecen a la facies sedimentológica de Guadalajara

Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Madrid

BIBLIOGRAFÍA.

- (1) ALÍAS PÉREZ, L. J. 1958. Génesis de suelos y concreciones en la Guinea continental española. Instituto de Estudios Africanos. Madrid.
- (2) HERNÁNDEZ-PACHECO, F. 1965. La formación de la raña al S. de la Somosierra occidental. Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat., 63, 5-16.
- (3) KUBIENA, W. 1954. Micromorphology of Laterite formation in Río Muni (Spanish Guinea). V Cong. Inter. Sci. Soil., IV, 77-84. Leopoldville.
- (4) MARTIN KÖSTER, H. 1955. Beitrag zur Kenntnis indischer Laterite. Heidegger, Beiträge zur Mineralogie und Petrographie, 5. 23-64.
- (5) OADES, J. M. 1963. The nature and distribution of Iron compounds in Soils. Soils and Fertilizers, XXVI, 69-80.
- (6) PÉREZ MATEOS, J. y BENAYAS CASARES, J. 1963. Contribución al estudio de la mineralogía de las terrazas del Manzanares, Jarama y Henares. Anal. Edaf. Agrob., XXII, 453-463.
- (7) PÉREZ MATEOS, J., BENAYAS, J. y RIBA, O. 1960. Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo. Anal. Edaf. Agrob., XIX, 636-670.

- (8) SHERMAN, G. D. y KANHEIRO, Y. 1954. Origin and development of ferruginous concretions in Hawaiian latosols. Soil Sci., 77, 1-8.
- (9) Itinerario edafológico número 1. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. 1964.
- (10) GARCÍA VICENTE, J. y CARVAJAL ALED, H. 1966. La microrradiografía de contacto en el estudio micromorfológico del suelo. Cien. Apl. (en prensa).

ESTUDIO DE LA VERMICULITA DE ESTEPONA

por

J. GARCIA VICENTE y M.^a C. RODRIGUEZ PASCUAL

SUMMARY

THE STUDY OF VERMICULITE FROM ESTEPONA

A study has been made of vermiculite from Estepona (Málaga). The following techniques have been used, X-ray diffraction analysis, A. T. D., dehydration curve, cation exchange capacity, chemical analysis, infrared spectrography and electron microscopy. The sample is mainly formed by vermiculite with a small amount of plagioclase.

Pertenecientes al grupo de silicatos laminares tenemos a las vermiculitas y cloritas, las cuales se presentan en la Naturaleza en dos formas diferentes: o bien en macrocristales, o formando parte de la fracción arcilla de los suelos.

En la forma macrocristalina se conocen desde antiguo, pero en la fracción arcilla de los suelos se ha observado sólo en trabajos recientes por Walker (1957) y Aomine y Kawasaki (1963), entre otros.

El primer trabajo de identificación de vermiculita por medio de rayos X y análisis químico se debe a Cruner (1934), y desde entonces este silicato atrajo la atención de mineralógicos y científicos del suelo, tanto por su gran capacidad de cambio, como por su génesis.

La estructura de la vermiculita se conoce con bastante exactitud merced a los trabajos de Hendricks y Jefferson (1938), Barshad (1948), Walker (1951), Mathieson y Walker (1954), Bradley y Serratosa (1960), etcétera.

Esta estructura es del tipo 2:1; básicamente igual a la del talco, puesto que contiene una capa octaédrica con iones (Mg, Fe) entre dos capas tetraédricas donde existen sustituciones isomorfas del Si^{4+} por Al^{3+} o Fe^{3+} ; el exceso de carga que se origina está compensado, en parte por la existente en la capa octaédrica, y el resto queda compensado por los cationes de cambio.

Las vermiculitas tienen como catión de cambio Mg, aunque también pueden tener Ca, Na o hidrógeno, e incluso aparece en la literatura alguna con Cu, Bassett (1958).

Las vermiculitas macroscópicas tienen una capacidad de cambio de bases en el intervalo de 100 a 180 m. e. q. o más por 100 gr. de material seco al aire. Cuando los valores son inferiores a 100 m. e. q., no se considera el mineral como vermiculita.

MATERIALES Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

La muestra objeto de estudio es una vermiculita de Estepona (Málaga), la cual fue amablemente suministrada por el Instituto Geológico de Madrid.

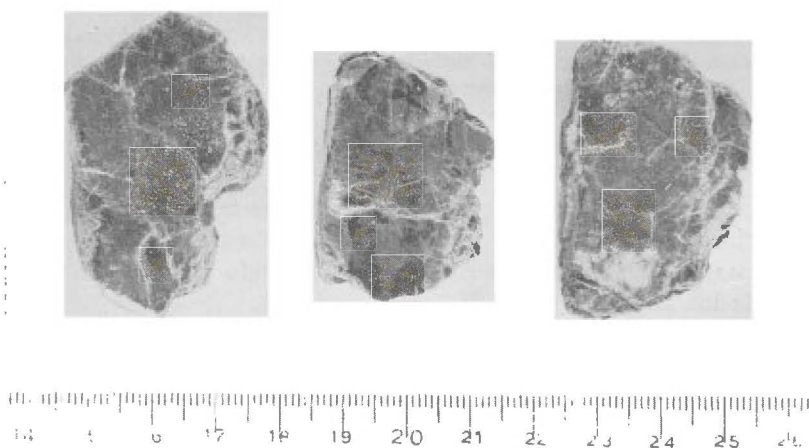


Fig. 1.—Láminas de vermiculita de la muestra que se estudia.

El material presentaba agregados laminares de color pardo amarillento, con apenas impurezas exteriores. Vermiculita bien cristalizada, como se observa en la figura 1, se exfolia fácilmente en láminas de alrededor de 2 cm² y de muy pequeño espesor, presentando entonces un color amarillo. Mediante calentamiento brusco experimenta una gran expansión. Al microscopio se presenta bien cristalizada, observándose sólo algunas impurezas en los bordes de las láminas.

La preparación del material se realizó como sigue: se tomaron capas de la vermiculita lo más puras posible y se molieron en mortero

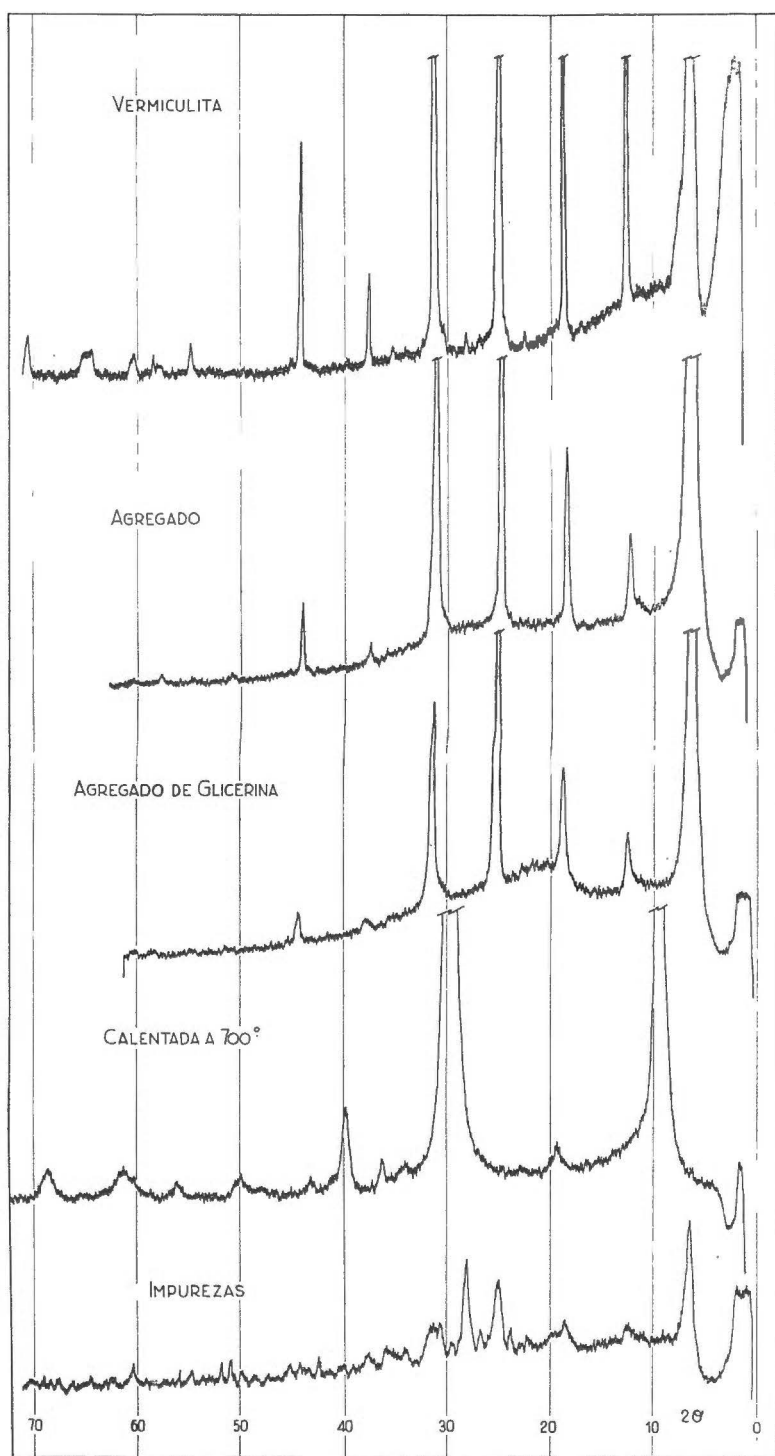


Fig. 2.—Diagrama de rayos X.

de ágata, pasando después la muestra por un tamiz de 0,03 mm. de malla.

Con la muestra seca al aire, y preparada como anteriormente se explica, se realizaron las siguientes determinaciones.

a) Análisis de rayos X. Se utilizó un difractómetro Philips con radiación K_{α} de cobre.

b) Curva de deshidratación. Se obtuvo por el procedimiento de calentamiento intermitente. Con las pérdidas totales expresadas en tanto por ciento se construyó la curva pérdida de peso-temperatura.

c) Análisis térmico diferencial, empleando bloque de níquel y velocidad de calentamiento de 12° C/m, siguiendo el método descrito por Alexandre (1961).

d) Capacidad de cambio de cationes. Se empleó el método del acetato bórico por tratamientos repetidos en disolución normal pH-7 de esta sal, lavado con agua y alcohol, desplazamiento del Ba^{2+} con cloruro amónico, valoración del Ba^{2+} por el método clásico.

e) Análisis químico, siguiendo el método de Jakob (1944).

f) Espectro de absorción infrarrojo, obteniéndose por un espectrofotómetro Perkin-Elmer 221, G., empleando la técnica de los comprimidos de BrK. La concentración del mineral en el comprimido fue aproximadamente de 0,3 %.

g) Microscopio electrónico. El estudio se ha realizado en preparaciones obtenidas por el método de réplicas de carbón, en un aparato Siemens Elmiskop-I.

DATOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Análisis por difracción de rayos X

Se obtuvieron los diagramas de la muestra natural, agregado orientado, agregado con glicerina y asimismo el diagrama de la muestra calentada durante cuatro horas a 700° C. En la figura 2 pueden verse éstos.

El diagrama de la muestra natural, seca a la temperatura de la habitación, da todos los picos correspondientes a la difracción de la vermiculita a 14,11, 4,71, 3,55, 2,84 y 1,53 Å; también aparecen dos picos de muy poca intensidad a 3,93 y 3,16 Å, debidos a las impurezas que contiene la muestra; todos los demás que están en el diagrama, aparte de los reseñados aquí, corresponden a la vermiculita pura.

El diagrama del agregado orientado muestra a una vermiculita muy pura y en el que se observa que los picos correspondientes a las impurezas de 3,93 y 3,16 Å que aparecían en el anterior, han desaparecido.

Como la línea de 14 Å también es característica de la montmorillonita y este silicato aparece a veces junto a la vermiculita (González García y col. (1962)), se hizo el agregado con glicerina, en donde se observa que la línea de 14 Å no sufre desplazamiento, el cual debería existir en el caso de que la muestra contuviese montmorillonita; así, pues, queda desechada la presencia de montmorillonita en este material.

La línea de 14 Å pertenece asimismo al primer orden de la clorita, silicato que se encuentra frecuentemente asociado con la vermiculita. Con el fin de comprobar si la muestra contenía clorita, se calentó ésta

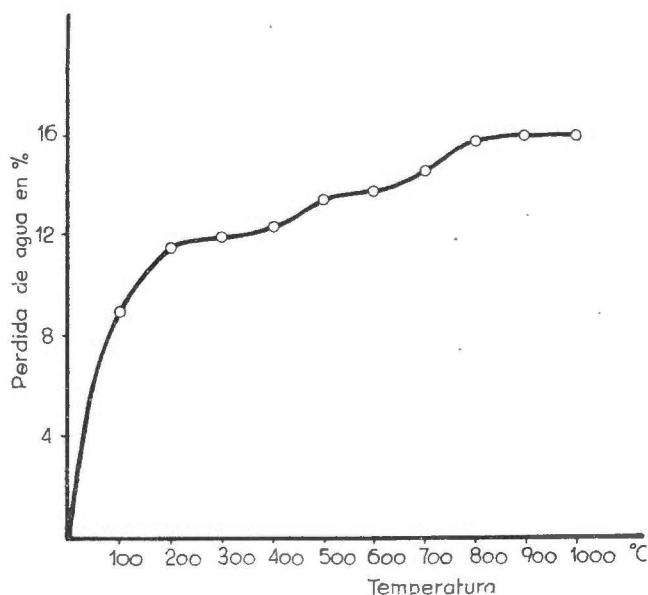


Fig. 3.—Curva de deshidratación de la vermiculita de Estepona.

durante cuatro horas a 700° C, y se repitió un nuevo diagrama, observándose un desplazamiento de la línea basal de 14,1 Å a 10 Å, Brown (1961), el cual tiene lugar en las vermiculitas y no en las cloritas, lo que confirma que la línea intensa a 14,1 Å pertenece sólo a la vermiculita y que este material no está impurificado por clorita ni montmorillonita.

Las líneas de 3,93 y 3,16 Å coinciden con las de un feldespato (plagioclasa); para poder saber con más exactitud las impurezas que contenía la muestra, se tomaron del material original aquellas partes que a simple vista parecían serlo, se molieron en el mortero de ágata y con ello se preparó un agregado orientado, en cuyo diagrama están las líneas características de la plagioclasa de 4,01, 3,75 y 3,18 Å.

Los distintos diagramas de rayos X nos demuestran que la vermiculita de Estepona es una muestra muy pura de este mineral, con pequeñas impurezas de plagioclasas.

Curva de deshidratación

En la figura 3 se muestra dicha curva. Según se observa, tiene una gran pérdida de agua por debajo de los 200° C y una pérdida gradual mucho menor, desde esa temperatura hasta 850° C, donde la deshidratación es prácticamente completa, en perfecto acuerdo con la curva de deshidratación publicada por Nuttig (1943).

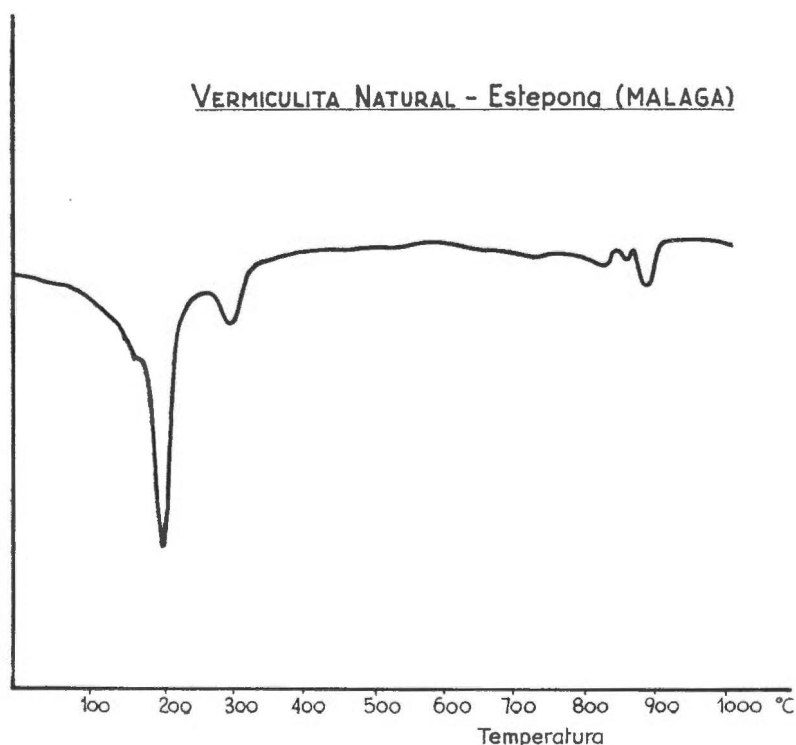


Fig. 4.—Curva de A. T. D. de la muestra objeto de estudio.

La forma de la curva se parece a la publicada por Walker (1951), en la cual el agua se pierde en tres saltos, pero el primer salto ocurre aquí a temperatura superior a la encontrada por él.

Comparando las curvas de deshidratación y A. T. D., se observa que el primer salto que aparece en la primera de ellas se corresponde con el triple pico endotérmico de la de A. T. D., que se pone de manifiesto a bajas temperaturas, y como en el caso de la curva de deshidratación, este efecto en el A. T. D. se presenta a temperaturas algo superiores a las encontradas en la bibliografía. Este primer salto de la curva de deshidratación, en algunas vermiculitas de la literatura se pre-

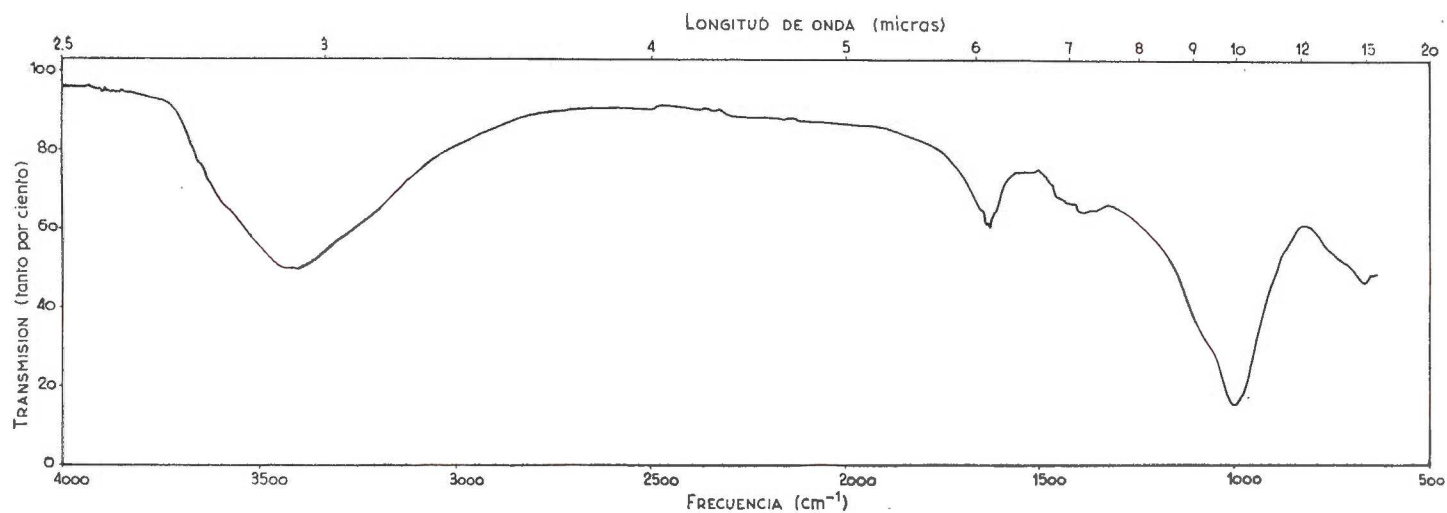


Fig. 5.—Espectro infrarrojo de la vermiculita de Estepona.

senta desdoblado, Bradley y Serratosa (1960), coincidiendo en este caso el doble salto con los dos picos endotérmicos a 197 y 296° C, respectivamente; ahora bien, en la muestra estudiada, la pérdida de agua correspondiente al pico endotérmico a 197° C debe ser muy grande y enmascara la correspondiente al segundo efecto a 296° C, pues el pico endotérmico a esta temperatura es bastante más pequeño que el observado en otras vermiculitas y como consecuencia no se pone de manifiesto en la curva de deshidratación.

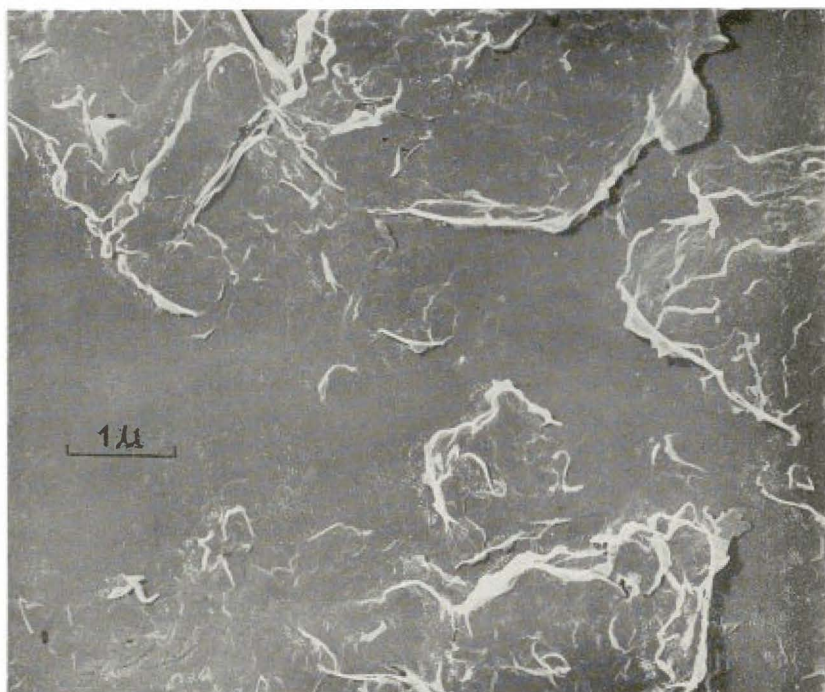


Fig. 6.—Réplica de carbón de la muestra, observada al microscopio electrónico.

El segundo salto que presenta la curva de deshidratación entre 350° C y 500° C, no se pone de manifiesto en la curva de A. T. D. por ningún pico endotérmico, pero esto mismo ha sido observado por Walker. Para comprobar este efecto, se hizo una nueva curva de deshidratación con una termobalanza, Aleixandre y Rodríguez (1958), calentando a 10° C/m, observándose en este intervalo de temperaturas una pérdida de peso del mismo orden que la obtenida por el procedimiento de calentamiento intermitente.

El tercer salto de la curva de deshidratación entre 600 y 850° C, se debe a la pérdida del agua reticular de la muestra.

Análisis térmico diferencial

La curva de A. T. D. (fig. 4), da un triple pico endotérmico a temperaturas inferiores a 350°C , en concordancia con lo observado en la literatura. La vermiculita de Estepona se puede comparar con la vermiculita Mg de West Chester, estudiada por Walker y Cole (1957).

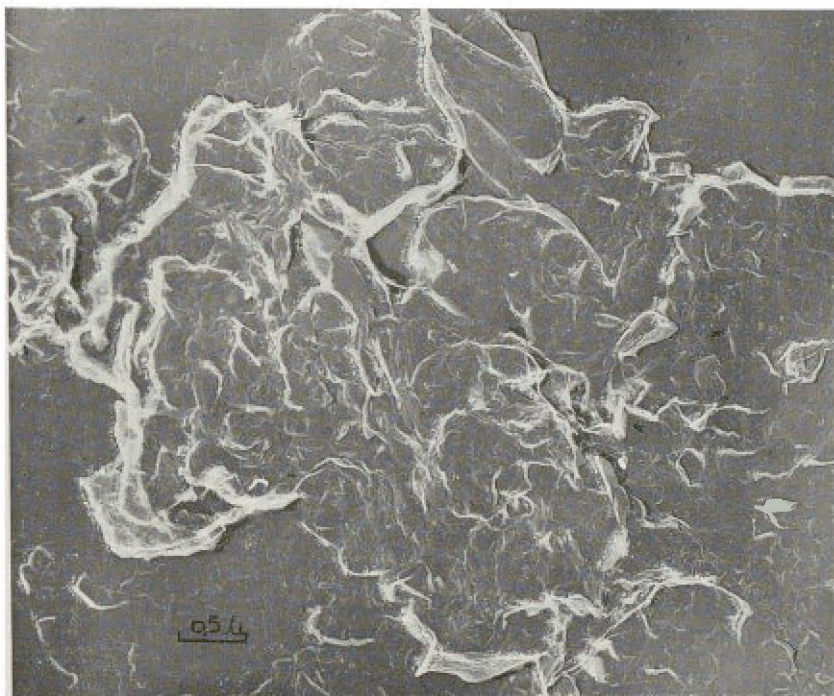


Fig. 7.—Microfotografía electrónica de réplica de la muestra que se estudia.

Como ésta tiene un primer pico endotérmico a 170°C , que atribuyen a la pérdida de cuatro moléculas de H_2O de las doce que se supone tiene la muestra, un segundo mucho más intenso a 197°C en el cual la muestra pierde cinco moléculas de agua que no están en contacto con el catión, y por fin, un tercero a 295°C , en el que se supone que la vermiculita pierde $2\frac{1}{4}$ moléculas de H_2O . La presencia del triple pico endotérmico a temperaturas inferiores a 350°C , es una prueba de que los cationes de cambio predominantes en esta vermiculita son el Mg y Ca, ya que los demás cationes no muestran el triple pico, Barshad (1948), lo cual se confirmó por la determinación de los cationes de cambio.

La ausencia de un pico ancho endotérmico sobre 540°C , existiendo en cambio uno ancho y pequeño efecto exotérmico a esa temperatura, puede ser debido a la existencia de FeO en la muestra y a la oxidación de este compuesto.

La presencia de tres picos endotérmicos a temperaturas superiores a 800°C se debe a la pérdida de los OH de la red de este silicato, los cuales se pierden parcialmente a distintas temperaturas. Este triple pico endotérmico en la región de las altas temperaturas ha sido asimismo observado en otras vermiculitas, como la de Llano de Texas, Bradley y Serratosa (1960).

Capacidad de cambio de bases

La muestra presenta gran capacidad de cambio de cationes, siendo ésta de 105 m. e./100 gr., del material seco al aire. La determinación de los cationes de cambio muestra que éstos son, principalmente, Mg^{2+} , H^{+} y muy pequeña proporción de Ca^{2+} .

Análisis químico

La tabla I contiene los datos del análisis químico correspondiente a la vermiculita de Estepona, así como los de otros dos tomados de la bibliografía.

TABLA I

Composición	1	2	3
SiO_2	39,18	34,60	33,82
Al_2O_3	18,63	13,63	15,82
Fe_2O_3	4,25	4,15	7,51
TiO_2	2,27	n. c.	1,84
FeO	—	1,80	1,12
CaO	0,72	0,04	0,56
MgO	22,26	22,88	19,17
Na_2O	0,03	0,39	0,29
K_2O	Indicios	0,05	0,10
$\text{H}_2\text{O (+)}$	8,82	11,68	20,25
$\text{H}_2\text{O (—)}$	9,0	9,80	

1. Vermiculita de Estepona (Málaga).
2. Vermiculita de Röhrenhof, Fichtelgebirge, Jasmund (1955).
3. Vermiculita, West Chester, Pensilvania.

A partir de estos resultados, hemos realizado el cálculo de la fórmula por el método seguido por Barshad (1948), Hoyos de Castro y col. (1950).

En la tabla II se da el resultado obtenido (muestra núm. 1), y a efectos de comparación se acompañan otros tomados de la literatura.

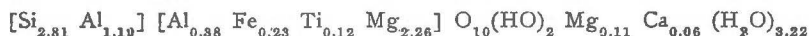
TABLA II

Distribución calculada de los cationes en la red de la vermiculita

Muestra n.º	Coordinación tetraédrica		Coordinación octaédrica						Entre las capas		
	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn	Ti ⁴⁺	Mg ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	
1	2,81	1,19	0,38	0,23	—	—	0,12	2,27	3,000	0,11	0,06
2	2,760	1,240	0,145	0,471	0,010	0,006	—	2,368	3,000	0,153	0,171
3	2,721	1,279	0,295	0,450	0,076	—	—	2,179	3,000	0,271	—
4	2,98	1,02	0,12	0,22	0,04	—	0,07	2,55	3,000	0,26	—

Las muestras 2 y 3 se corresponden con las 2 y 8 del trabajo de Barshad (1948), y la 4 con la de Hoyos de Castro y col. (1950).

De acuerdo con este resultado, la fórmula estructural correspondiente a la vermiculita que estudiamos, sería:



Espectro de absorción infrarroja

El espectro de esta muestra es semejante a los de vermiculitas publicadas en la literatura, Adler y col. (1951), Hidalgo y Serratosa (1955). Presenta una banda ancha de absorción hacia 3.410 cm^{-1} y otra a 1.640 cm^{-1} , que corresponden, respectivamente, a las vibraciones de tensión y de deformación de agua adsorbida. La banda a 1.000 cm^{-1} está producida por vibraciones Si-O, y su posición corresponde con la de este mineral.

No se observa en nuestro registro la banda correspondiente a los OH reticulares que debería aparecer hacia 3.690 cm^{-1} . Esto es debido a que queda enmascarada por la ancha banda de absorción producida por el agua.

Microscopía electrónica

La muestra observada al microscopio electrónico presenta una gran homogeneidad, lo que indica una gran pureza. Está formada en su mayor parte por cristales de forma poco geométrica con bordes con frecuencia mal definidos, sin duda pertenecientes a la vermiculita.

La vermiculita de Estepona vemos que es un material muy puro, según todos los ensayos realizados sobre la muestra y la única impureza que acompaña al mineral, son pequeñas cantidades de plagioclasas.

AGRADECIMIENTOS

Los espectros de absorción de infrarrojo fueron realizados por el doctor J. M.^a Serratosa, y las microfotografías electrónicas, por la doctora J. M.^a González Peña, a quienes agradecemos su colaboración.

RESUMEN

Se hace un estudio de la vermiculita de Estepona (Málaga), mediante las técnicas de rayos X, A. T. D., curvas de deshidratación, capacidad de cambio de bases, análisis químico, espectro de absorción infrarroja y microscopía electrónica, observándose que se trata de una especie pura con pequeñas cantidades de plagioclasa.

*Instituto de Edafología y Biología Vegetal
Departamento de Físico-Química, Madrid*

BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, H. H., KERR, P. F., BRAY, E. E., STEPHENS, N. P., HUNT, J. H., KELLER, W. D. and PICKETT, E. E. 1951. Infrared spectra of reference clay minerals. Amer. Petroleum Inst. Res. Proj., 49.
- ALEXANDRE, V. 1961. Métodos físicos empleados en el estudio de las arcillas. 1.^a Semana de Estudios Cerámicos. S. E. C., 135-172.
- y RODRÍGUEZ, M.^a C. 1958. Influencia de los cationes de cambio sobre la cinética de deshidratación de la montmorillonita. Anal. Edaf., XVII, 257-288.
- AOMINE, S. and KAWASAKI, H. 1963. Vermiculite in some Japanese Soils. Soil. Sci. and Plant Nutrition, 9, 18-27.
- BARSHAD, I. 1948. Vermiculite and its relation to biotite as revealed by base exchange reactions, X-ray analyses, differential thermal curves and water content. Amer. Min., vol. 33, 655-678.
- BASSETT, W. A. 1958. Copper vermiculite from Rhodesia. Amer. Min., 43, 1112-1133.
- BRADLEY, W. F. and SERRATOSA, J. M. 1960. A discussion of the water content of vermiculite. 7th Nat. Conf. on Clay and Clays Min., 260-270.
- BROWN, G. 1961. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Min. Soc. London.

- GONZÁLEZ GARCÍA, F. y GARCÍA RAMOS, G. 1962. Procesos de génesis y degradación de vermiculita: yacimiento de Santa Olalla (Huelva). *An. Edaf. y Fis. Veg.*, 183-203.
- GRUNER, J. W. 1934. Structure of vermiculites and their collapse by dehydration. *Amer. Min.*, 19, 557-575.
- HENDRICKS, S. B. and JEFFERSON, M. E. 1938. Crystal structure of vermiculites and mixed vermiculite-clorites. *Amer. Min.*, 23, 851.
- HIDALGO, A. y SERRATOSA, J. M. 1955. Espectros de absorción infrarroja de minerales de la arcilla obtenidos mediante la técnica de comprimidos de BrK. *Anal. Edaf.*, XIV, 269-293.
- HOYOS DE CASTRO, A., GONZÁLEZ GARCÍA, F. y MARTÍN VIVALDI, J. L. 1950. Acerca de la constitución y propiedades de una vermiculita de Beni Buxena. *An. Soc. Esp. Fis. Quím.*, 46 B, 715-726.
- JASMUND, H. 1955. *Die silikatischen Tonminerale*. Verlag. Chemie, G. M. B. H., Weinheim/Bergstr., 141.
- MATHESON, A. McL. and WALKER, G. F. 1954. Cristal structure of magnesium vermiculite. *Amer. Min.*, 39, 231.
- — 1958. Mg-vermiculite a refinement and re-examination of the crystal structure of the 14.36 Å phase. *Amer. Min.*, 43, 216.
- NUTTING, P. G. 1943. Some Standard Thermal Dehydration Curves of Minerals. *U. S. Geol. Survey Profers. Paper.*, 197 E, 197-216.
- WALKER, G. F. 1951. Vermiculites and some related mixed-layer minerals, in X-ray identification and structures of clay minerals. *Min. Soc. London. Chap. VII*, 199.
- WALKER, G. F. 1957. Differentiation of vermiculites and smectites in clays. *Clay Min. Bull.*, 3, 154-163.
- WALKER, G. F. and COLE, W. F. 1957. The differential thermal-investigation of clays, chap. VII, 191-206. (R. D. Mackenzie, Editor). *Mineralogical Society, London*.

LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE CACERES

I. SUELOS SOBRE PIZARRAS

por

J. FORTEZA BONNIN, A. GARCIA RODRIGUEZ, M.^a SANCHEZ CAMAZANO
y M.^a T. MARTIN PATINO

SUMMARY

SOILS FROM THE PROVINCE OF CACERES. I SOILS ON SHALES

A study of soils, formed from paleozoic shales, under different climatic conditions, from the province of Cáceres has been done; a brown earth is always formed, except in some areas with strong erosion; the mineralogic composition indicates that the nature of parent rock has larger influence on the soil composition than climatic differences.

ANTECEDENTES

La geología de la provincia de Cáceres ha sido estudiada, en conjunto, por Egozcué y Mallada (6) y Sánchez Lozano (18). En trabajos de tipo local o específico, Hernández-Pacheco, E. y F. (7) (9), describen los rasgos geotectónicos de distintas regiones de Extremadura; a partir del año 1941, el Instituto Geológico y Minero de España ha publicado un elevado número de hojas geológicas, escala 1:50.000, del sur de la provincia (12); Solé y Birot y Schmidt-Thome (4) (19) describen también terrenos de la provincia de Cáceres; Ramírez Ramírez (14) estudia las rañas de Extremadura.

No conocemos trabajos edafológicos específicos de la provincia; los que aparecen en la bibliografía corresponden a estudios generales de España como el de Huguet del Villar (10) y Tamés (21), o a áreas muy localizadas estudiadas por Albareda y Asensio (1), Klinge (11) y Albareda, Guerra y Monturiol (3).

DATOS GENERALES

La provincia de Cáceres, situada entre los 39° 5' y 46° 28' de latitud N. y los 1° 14' y 3° 54' de latitud O. del meridiano de Madrid, con una extensión de 19.945 Km², limita al N. con Salamanca y Avila, al E. con Avila y Toledo, al S. con Badajoz y al O. con Portugal.

Los terrenos sobre los que se asienta la provincia pertenecen, en su mayoría, al basamento antiguo de la meseta ibérica, de edad herciniana. A la misma edad corresponden las intrusiones magmáticas representadas por batolitos graníticos principalmente. Ningún movimiento principal afectó a la región hasta que las dislocaciones alpinas fragmentaron el bloque herciniano y se formaron la cordillera Central y los Montes de Toledo; pero sí fue atacada por los agentes erosivos que la redujeron al estado de penillanura tal como está hoy día.

Todos estos fenómenos han llevado a la formación de las siguientes unidades geomorfológicas (4) (9) (20): Vertiente meridional de la Cordillera Central, La Vera, Depresión del Tiétar, Montes de Toledo, Altiplanicie de Cáceres y Depresión del Guadiana.

Las formaciones geológicas que se encuentran en la provincia de Cáceres son las siguientes: Estrato cristalino, Paleozoico antiguo, Rocas hipogénicas, Neogeno, Plioceno y Cuaternario.

Como en el presente trabajo se estudian los suelos desarrollados sobre pizarras cambrianas y silúricas, solamente describiremos la formación geológica a la que pertenecen.

Casi toda la provincia está constituida por terrenos del Paleozoico; al sistema Cambriano pertenecen la altiplanicie de Cáceres y Las Hurdes. Los relieves cuarcitosos que destacan sobre la penillanura y la Sierra de Guadalupe pertenecen al Siluriano.

Las rocas cámbricas de la provincia carecen de rasgos litológicos específicos, por lo que no pueden situarse con exactitud en alguno de los pisos del Cambriano, si bien parece sospecharse que pertenecen al Cambriano inferior.

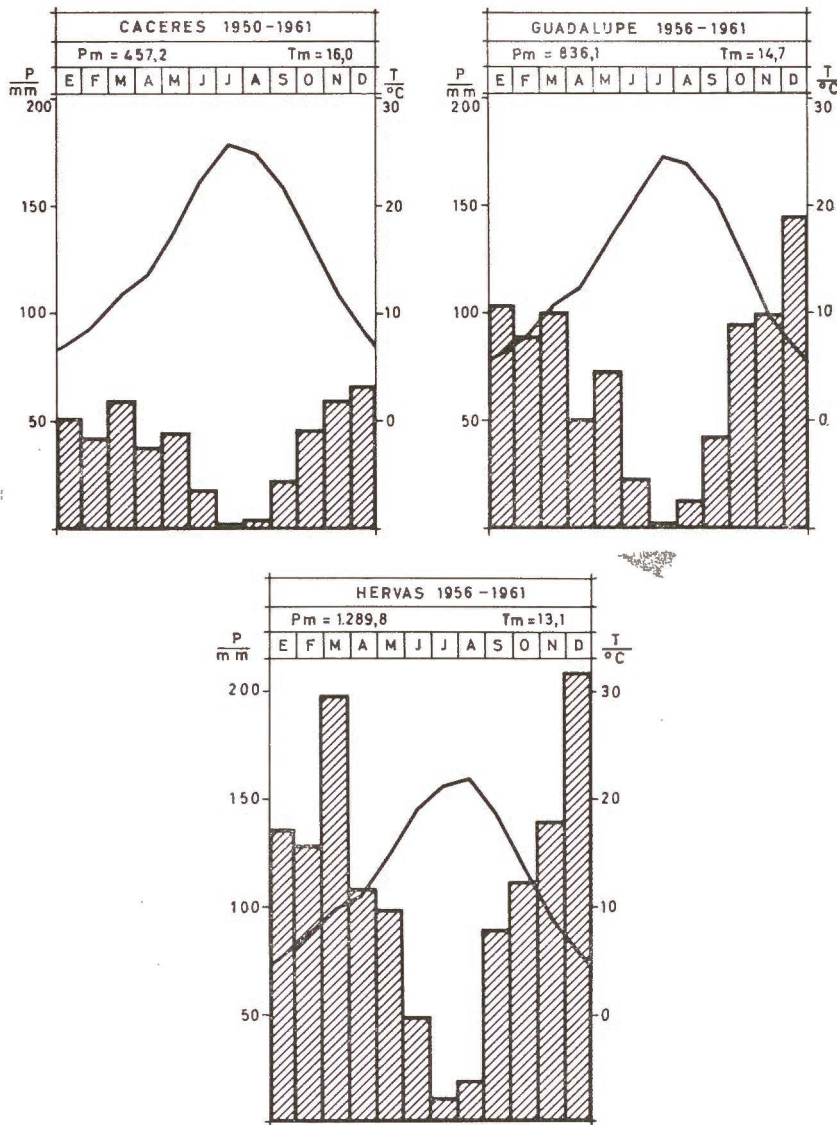
Las rocas están constituidas por pizarras arcillosas, pizarras chistolíticas, pizarras otreolíticas, grauwakas, anfíbolitas y cuarcitas; las pizarras arcillosas son las más abundantes.

Las rocas del Siluriano se componen de una manera general de bancos de cuarcitas, en los que se intercalan lechos de areniscas y pizarras arcillosas.

El río principal de la provincia es el Tajo, el cual la atraviesa de E. a O. Recibe dentro de la provincia, por la derecha, los ríos Tiétar, Alagón y Eljas; por su margen izquierda; Guadalija, Ibor, Lavid, Salor, Sever y el arroyo Ayuela.

Además atraviesan zonas de esta provincia ríos que nacen en las sierras de Guadalupe, Montánchez y San Pedro, como son: Guada-

GRAFICO 1



GRAFICAS TERMOPLUVIOMETRICAS DE LA PROVINCIA DE CACERES
(Pm=Precipitación media anual Tm=Temperatura media anual)

rranque, Guadalupejo, Gargaliga, Rucas, Fizarroso, Alcollarín, Burdalo y Aljucén, que pertenecen a la cuenca del Guadiana.

La provincia de Cáceres, al estar situada en el NO. de la submeseta meridional española, acusa un clima de transición entre el continental de la meseta y el atlántico.

Para el estudio climatológico de la provincia se han tomado los valores relativos a precipitación y temperaturas de tres observatorios, correspondientes a diez años, situados en Cáceres, Guadalupe y Hervás, que pueden considerarse como representativos de la penillanura, Montes de Toledo y vertiente meridional de la Cordillera Central, respectivamente.

Del estudio de dichos valores se deduce:

a) El clima de penillanura es de tipo semiárido-mediterráneo, con un grado de aridez no extremado, salvo en los meses de verano; precipitación media anual es de 452,2 mm.; temperatura media anual, 16° C; temperatura máxima absoluta, 41,6° C, y temperatura mínima absoluta, — 5,8° C.

b) El clima de Guadalupe es de tipo subhúmedo-continental, con pequeña aridez apreciable; precipitación media anual, 836,1 mm.; temperatura media anual, 14,7° C; temperatura máxima absoluta, 38° C, y temperatura mínima absoluta, — 6° C.

c) El clima de Hervás es de tipo húmedo, sin aridez apreciable; precipitación media anual, 1.289,8 mm.; temperatura media anual, 13,1° C; temperatura máxima absoluta, 39° C, y temperatura mínima absoluta, — 9° C.

Las comunidades vegetales que encontramos en esta provincia, según las características climatológicas ya estudiadas, corresponden a la gran formación de Durilignosa, con grado de vegetación esclerófilo-mediterráneo, representado por el *Quercus ilex*. Varias comarcas de la provincia han sido estudiadas por Rivas Goday (15) (16) (17), encontrando que en substratos silíceos la especie indicadora exclusiva es el *Sarothamnus scoparius*, y la especie preferente, el *Quercus suber*.

En terrenos más elevados y pizarrosos, las especies más comunes son *Poa bulbosa*, *Digitalis trapsi*, *Festuca sciuroides*, *Stipa retorta* y *Brachypodium distachyum*.

Sobre rocas devónicas desnudas y con considerable proporción de carbonato cálcico, no suelen presentarse las especies indicadoras calcícolas, sino algunas especies vulgares e indiferentes.

Dentro de estos grados se pueden distinguir distintas asociaciones, entre las que citamos la *Genistato hirsutae et cistetum ladaniferi*, propia de suelos limo-arcillo-silíceos, de las «rañas» pliocenas y de los derrubios silurianos y cambrianos, con las subasociaciones: *Erica australis*, *Phillyrea angustifolia* y *Cistus monspeliensis*, pertenecientes a la clase *Cistolavanduletea*.

Las técnicas de laboratorio empleadas para el análisis de muestras

son las usuales del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

PERFIL VI

Descripción

Situación: Penillanura extremeña; Km. 14 carretera Cáceres-Torrejón el Rubio.

Geología: Cambriano (pizarra arcillosa).

Topografía: Suavemente inclinado (pendiente, 5 por 100).

Drenaje: Externo, bueno; interno, bueno.

Vegetación: Encinar, lavándula y escoba.

Agricultura: Cereales y encinar.

Tipo de suelo. Tierra parda meridional.

Prof. en cm.	Horizontes	OBSERVACIONES
0-15	A	Pardo amarillento (10 Y R 6/4); limo fino arenoso, grumoso y polvoriento; regularmente enraizado; poca materia orgánica; sin transición acusada.
15-50	(B)	Pardo amarillento fuerte (10 Y R 5/4); limo arcilloso, algo compacto; alguna cuarcita en la masa del suelo.
50	C	Pardo muy pálido (10 Y R 7/4); pizarra en losas delgadas verticales.

DATOS ANALÍTICOS

Determinaciones	Profundidad en cm.	
	0-15	15-50
Arena gruesa, %	19,8	18,8
Arena fina, %	22,5	21,5
Limo, %	40,5	37,0
Arcilla, %	12,6	18,6
Capacidad de cambio, meq/100 g.	8,7	13,1
pH	6,5	5,2
Carbonatos, %	—	—
M. O., %	1,51	0,51
N, %	0,100	0,080
C/N	8,8	3,7
Fe ₂ O ₃ libre, %	0,38	0,29
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g.	1,5	1,1
K ₂ O asim. mg/100 g.	8,6	4,1
CaO asim. mg/100 g.	33,0	Trazas

Análisis químico de la roca en porcentaje

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O
75,4	3,7	13,1	0,8	0,7	0,5	2,3

Mineralogía de la fracción arcilla

Las curvas térmico-diferenciales de las arcillas extraídas de los dos horizontes del perfil, son muy semejantes, con un efecto correspondiente al agua de hidratación muy pequeño y otro efecto en la zona 500-600° C.

La capacidad de cambio de cationes varía desde 22,5 meq/100 g. en el primer horizonte a 26,1 meq/100 g. en el segundo.

Los diagramas de difracción de rayos X ponen de manifiesto que la composición mineralógica es muy constante: ilita y caolín están presentes en los dos horizontes (líneas a 9,8 y 7,1 Å en el diagrama de agregado orientado). La presencia de líneas a 12,1 y 7,9 ponen de manifiesto la existencia de una interestratificación de minerales a 10 y 14 Å. El espaciado a 12,1 Å se modifica a 13,5 por tratamiento con etilenglicol y a 11,7 por calentamiento a 500° C. no modificándose por saturación de la arcilla con ión NH_4^+ . Estos hechos indican que el mineral a 14 Å es clorita hinchable. La presencia de vermiculita se excluye además si se tienen en cuenta los valores bajos de las capacidades de cambio de cationes y la escasa cantidad de agua de hidratación que tienen estas arcillas.

La composición mineralógica de las arcillas de este perfil será: ilita, caolín e interestratificación de ilita y clorita, siendo la ilita el mineral predominante.

Mineralogía de la fracción arena

La asociación mineralógica de la fracción arena en este perfil es: circón, turmalina, andalucita, epidota y minerales de titanio.

La especie predominante es el circón, apareciendo con una frecuencia de 75 por 100. La presencia de andalucita y epidota nos indica el origen metamórfico de estos sedimentos. Hay abundancia de minerales opacos, en su mayoría de alteración, 124 granos por 100 transparentes.

En la fracción ligera predomina el cuarzo.

Interpretación

Suelo limoso, moderadamente ácido, pobre en elementos nutritivos. La composición mineralógica se halla de acuerdo con la naturaleza silícea de las pizarras. El suelo corresponde a una tierra parda meridional oligotrófica. Debido a que son muy erosionables, se producen formas locales que se diferencian más en la profundidad y composición física que en la composición química.

P E R F I L VIII

Descripción

Situación: Montes de Toledo; Km. 1,500 carretera Guadalupe-Na-valmoral.

Geología: Siluriano, pizarra arcillosa.

Topografía: 25 por 100 pendiente (laderas de valle).

Drenaje: Externo, bueno; interno, bueno.

Vegetación: Pastos.

Agricultura: Olivar, higueras, viñedo, castaño, y en las zonas más altas, encinas y pinar.

Tipo de suelo: Tierra parda subhúmeda.

Prof. en cm.	Horizontes	OBSERVACIONES
0-15	A	Pardo amarillento (10 Y R 5/6) (húmedo). limo arenoso grumoso, muy enraizado, algunos trozos de pizarra; bien dotado en humus «mull».
15-50	B (variable)	Pardo amarillento (más claro que el anterior) (10 Y R 5/8); limo arenoso sin desarrollo de estructura, pocas raíces; algunos trozos de pizarra.
50-90	(C ₁) (variable)	Pizarra meteorizada amarilla rojiza y amarillenta.

DATOS ANALÍTICOS

Determinaciones	Profundidad en cm.	
	0-15	15-50
Arena gruesa, %...	18,0	19,5
Arena fina, %...	17,0	16,0
Limo, %...	43,0	44,5
Arcilla, %...	15,8	14,6
Capacidad de cambio meq/100 g. ...	1,9	10,2
pH...	6,6	6,3
Carbonatos, %...	—	—
M. O., %...	4,56	0 88
N, %...	0,300	0,070
C/N...	8,8	7,2
Fe ₂ O ₃ libre, %...	0,87	0,32
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g. ...	1,5	1,0
K ₂ O asim. mg/100 g. ...	11,5	7,5
CaO asim. mg/100 g. ...	83	33

Análisis químico de la roca en porcentaje

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O
72,6	4,3	12,8	0,5	0,4	0,6	2,2

Mineralogía de la fracción arcilla

Las curvas térmico-diferenciales de las arcillas de los dos horizontes son muy semejantes. Tienen un efecto correspondiente al agua de hidratación muy débil, un ligero efecto en la zona 300-400° C, debido a la presencia de hidróxidos en muy pequeña cantidad, y otro efecto a 500-600° C más característicos de caolín que de illita, por su forma y la temperatura elevada a que se presenta.

Los valores bajos de las capacidades de cambio (18,1 y 21,7 meq/100 g.) indican la existencia de caolín en buena proporción, o de otros minerales, como clorita, de capacidad de cambio baja.

El contenido de agua de hidratación de estas arcillas, deducido de las curvas termogravimétricas, es muy pequeño. Estas curvas presentan una pérdida de peso brusca a 500-700° C, debida al caolín y clorita, que parecen estar presentes en estas arcillas.

La composición mineralógica de las arcillas de este perfil deducida de los diagramas de difracción de rayos X es illita y caolín, dadas las reflexiones a 10,1 y 7,2 Å. Además, aparecen líneas a 23,6, 13,8, 11,9 y 7,8 Å. De ellas las primera, tercera y cuarta son los tres primeros órdenes de reflexión de una interstratificación de mica y un mineral a 14 Å.

El mineral a 14 Å debe ser clorita, dados los valores bajos de la capacidad de cambio de cationes y la forma y temperatura de los efectos en las curvas térmico-diferenciales y termogravimétricas.

Mineralogía de la fracción arena.

En el análisis de la fracción arena de este perfil, el circón aparece como mineral predominante en un 95 por 100, y se presenta en prismas cortos con ligeros apuntamientos piramidales, junto con otros de formas irregulares y subredondeadas, con signos de alteración. La mayor parte incoloros, aunque existen algunos ligeramente verdosos.

Es el único mineral que por su dureza ha resistido la fuerte erosión de estos suelos.

El origen de la mineralización es indudablemente pizarreño.

Los minerales opacos encontrados son en su mayoría de alteración, aumentando el número de granos con la profundidad del perfil; en el horizonte más profundo llegamos a contar 395 granos opacos por cada 100 transparentes.

En la fracción ligera hay un predominio grande de cuarzo.

Interpretación

Suelo limoso, pobre en elementos nutritivos, salvo en nitrógeno; predominio del lavado oblicuo, sobre el vertical, que limita una mayor formación de arcilla, a pesar de la meteorización química relativamente intensa, manifestada por la naturaleza de la fracción arcillosa y del predominio de minerales resistentes a la meteorización. Lo hemos clasificado como tierra parda subhúmeda oligotrófica, si bien puede considerarse mesotrófica respecto al nitrógeno. El grado de humificación es más avanzado del que corresponde a un suelo subhúmedo; ello es debido a la temperatura media elevada que permite una transformación rápida de la materia orgánica.

P E R F I L N I V

Descripción

Situación: Piedemonte meridional de la Sierra de Francia; Km. 42 carretera Guijo de Granadilla-Casar de Palomero.

Geología: Cambriano (pizarras con cuarcitas en superficie).

Topografía: Llano.

Drenaje: Externo, regular; interno, bueno.

Vegetación: Jaras, hierbas ralas de gramíneas y encinar.

Agricultura: Encinas y pastos.

Tipo de suelo: Tierra parda meridional.

Prof. en cm.	Horizontes	OBSERVACIONES
0-15	A	Pardo pálido (10 Y R 6/3); limo fino arenoso, grumoso, poco desarrollado; cantos en superficie; bien enraizado; humus «mull».
15-50	(B)/C ₁	Amarillo parduzco (10 Y R 6/6); limo alternando con pizarra muy meteorizada; algunas manchas ocreas; algunas raíces.
50	C	Pizarra gris verdosa y amarillenta.

DATOS ANALÍTICOS

Determinaciones	Profundidad en cm.	
	0-15	15-30
Arena gruesa, %...	21,5	19,0
Arena fina, %...	24,0	13,0
Limo, %...	32,3	42,0
Arcilla, %...	12,6	13,4
Capacidad de cambio meq/100 g. ...	8,4	6,6
pH...	6,1	5,9
Carbonatos, %...	—	—
M. O., %...	3,67	1,08
N. %...	0,182	0,100
C/N...	11,6	6,3
Fe ₂ O ₃ libre, %...	0,66	0,64
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g. ...	1,0	1,0
K ₂ O asim. mg/100 g. ...	13,0	11,0
CaO asim. mg/100 g. ...	67,0	67,0

Análisis químico de la roca en porcentaje

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O
58,6	6,7	21,1	1,9	0,4	0,3	2,4

Mineralogía de la fracción arcilla

Las curvas térmico-diferenciales presentan un efecto endotérmico muy pequeño debido al agua de hidratación, y otro efecto también endotérmico en la zona 500-600° C típico de ilita y caolín.

Los valores de las capacidades de cambio son excesivamente bajos (20,4-25,1 meq/100 g.) para existir una proporción muy elevada de ilita en estas arcillas, pero quedan justificados por la presencia de clorita, como ahora veremos.

En los diagramas de difracción de rayos X están presentes las líneas de ilita, caolín (10,1 y 7,2 Å y otra a 14 Å) que se desplaza hacia espacios algo mayores por tratamiento con etilenglicol, y se contrae ligeramente calentando la muestra a 500° C. Dicha línea no se modifica saturando la muestra con ión NH₄⁺. Estos hechos, unidos a la baja capacidad de cambio de cationes y al pequeño contenido en agua de hidratación, hacen pensar que el mineral a 14 Å debe ser clorita hinchable.

Mineralogía de la fracción arena

En el análisis mineralógico de la fracción arena de este perfil, no se han encontrado más que minerales opacos de alteración, siendo posible su procedencia de pizarras muy meteorizadas.

Interpretación

Suelo moderadamente ácido, limo arenoso, pobre en elementos nutritivos, salvo en nitrógeno; puede considerarse en equilibrio con el clima actual. La composición física, química y mineralógica es análoga a la de los otros suelos sobre pizarras estudiadas anteriormente. Se trata de una tierra parda meridional oligotrófica típica.

DISCUSIÓN

Caracteres físicos, químicos y mineralógicos

Suelos de profundidad variable, predominando los poco profundos, limo arenosos, sin diferencias entre los perfiles y siendo muy pequeña entre los horizontes de cada perfil; moderadamente ácidos, pobres en fósforo y calcio, pobres o de riqueza media en potasio y riqueza variable en nitrógeno. El material de partida tiene un contenido elevado en sílice y alúmina, medio o elevado en hierro y bajo en los minerales alcalino-térreos.

Las arcillas de estos suelos contienen ilita como componente fundamental junto a cantidades más o menos importantes de caolín; contienen además clorita e interestratificaciones de ilita y clorita como minerales secundarios, siendo la clorita en algunos casos hinchable.

La composición mineralógica señalada está de acuerdo con los valores relativamente bajos encontrados para la capacidad de cambio de cationes de estas arcillas, que oscilan alrededor de 20 meq/100 g., así como con su contenido bajo en agua de hidratación.

La composición mineralógica, bastante homogénea, encontrada para la fracción arcilla de estos suelos, indica que la naturaleza de la roca madre se deja sentir más que las diferencias climáticas existentes en algunos casos. No obstante, el clima más húmedo bajo el que está desarrollado el perfil VIII da lugar a la presencia, en el mismo, de caolín en mayor proporción que en los otros, así como a la existencia de óxidos libres.

Las moderadas condiciones climáticas hacen posible la persistencia de la clorita, a pesar de su fácil alterabilidad. El proceso de edafización, sin embargo, no ha sido nulo, ya que existen minerales interestratificados y clorita hinchable.

La clorita es un mineral de la arcilla frecuente en sedimentos de la era primaria, encontrándose también en sedimentos recientes. Es componente secundario de pizarras y de suelos desarrollados sobre este tipo de sedimentos. En cuanto a suelos españoles, se pueden citar el trabajo de Albareda (2) sobre pizarras del Siluriano, en las que encuentra clorita

como mineral secundario. En un estudio sobre composición mineralógica de las arcillas de suelos de la provincia de Salamanca (13), se encuentra asimismo clorita en suelos desarrollados sobre pizarras cámblicas y silúricas.

Los minerales más frecuentes en la fracción arena son: en la fracción pesada, minerales opacos de alteración con predominio especial en el perfil XIV; en los perfiles VI y VIII, predominio de circón con el 75 y 95 por 100, respectivamente; se encuentra además en el perfil VI turmalina, andalucita, epidota y minerales de titanio.

En la fracción ligera, el mineral predominante es el cuarzo.

La fertilidad química es, pues, pequeña; en cambio, el suelo se restituye con facilidad en las zonas no escarpadas, debido a que por simple meteorización física se liberan fracciones coloidales.

Variabilidad y asociación

Las diferencias climáticas afectan al grado de evolución debido a un ataque físico y químico diferente. El tipo de suelo es una tierra parda; los subtipos: meridionales, húmedos y subhúmedos; variedad, oligotróficas. Las tierras pardas húmedas asentadas en las vertientes meridionales de la Cordillera Central, e incluso las subhúmedas, tiene un desarrollo peculiar; durante tres estaciones, otoño, invierno y primavera, reciben una cantidad de lluvia elevada, produciéndose un ataque químico intenso y elevada liberación de óxidos de hierro; durante el verano, la sequía es intensa y la temperatura muy elevada, circunstancia que permite la deshidratación de los óxidos de hierro y la rubefacción del suelo; ello hace que con frecuencia resulte difícil separar los suelos actuales de los suelos relictos que, de forma aislada, se conservan en estas comarcas; estos suelos corresponden a los subgrupos suelos pardos ácidos y suelos pardos lixiviados, según la sistemática de Duchaufour (5).

Los suelos de pizarras son muy erosionables cuando han perdido la cubierta vegetal; debido a la erosión, se producen sedimentos de tierras pardas en las depresiones suaves, siendo los más fértiles, y roca desnuda, Syrosen y acumulaciones de gravas en las laderas escarpadas; particular relieve alcanzan los Ranker de la Cordillera Central y los afloramientos de cuarcitas, desnudas de suelo, de las sierras centrales y Montes de Toledo.

RESUMEN

Se hace un estudio de los suelos de Cáceres formados a partir de pizarras paleozoicas situadas en zonas con climas distintos; bajo las diferentes clases de clima se forma siempre una tierra parda, salvo en algunas zonas fuertemente erosionadas; la

composición mineralógica indica que la naturaleza de la roca madre tiene más influencia en la composición del suelo que las diferencias climáticas existentes.

*Sección de Cartografía del Centro de Edafología
y Biología Aplicada de Salamanca.*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALBAREDA, J. M.^a y ASENSIO, Y. 1945. Contribución al estudio de los suelos silíceos españoles. *Anal. Edaf.*, IV, 66-130.
- (2) ALBAREDA, J. M.^a, ALEXANDRE, V. y SÁNCHEZ CALVO, M.^a C. 1951. Contribución al estudio de las rocas españolas del Silúrico. *Anal. Edaf.*, X, 461-505.
- (3) ALBAREDA, J. M.^a, GUERRA, A. y MONTURIOL, F. 1960. Estudio edafológico de las vegas altas del Guadiana. *Anal. Edaf.*, XIX, 432-515.
- (4) BIROT, P. y SOLÉ SABARÍS, L. 1954. Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central española. Madrid.
- (5) DUCHAUFOR, P. 1960. *Précis de Pédologie*. París.
- (6) EGOZCUÉ, J. y MALLADA, L. 1876. Memoria Geológico-minera de la provincia de Cáceres. *Com. Geol. Esp.* Madrid.
- (7) HERNÁNDEZ-PACHECO, E. 1934. Síntesis fisiográfica y geológica de España. Madrid.
- (8) — — 1928. Los cinco ríos principales de España y sus terrazas. Madrid.
- (9) HERNÁNDEZ PACHECO, F. 1957. V Congrès International INQUA. *Livret Guide de L'excursion C, Gredos*. Madrid.
- (10) HUGUET DEL VILLAR, E. 1937. Los suelos de la península Luso-Ibérica. Madrid.
- (11) KLINGE, H. 1958. Contribución al conocimiento de las formas edáficas recientes, relictas y fósiles sobre roca caliza en España central. *Anal. Edaf.*, XVIII, 203-259.
- (12) MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA 1:50.000. 1941. Hoja núm. 702; 1946, Hojas números 703 y 753; 1949, Hoja núm. 704; 1951, Hojas núms. 701, 726 y 729; 1953, Hoja núm. 730; 1957, Hojas núms. 731 y 754.
- (13) MARTÍN VIVALDI, J. L., SÁNCHEZ CAMAZANO, M. y LUCENA CONDE, F. 1961. Los minerales de la arcilla en suelos de la provincia de Salamanca. *Anal. Edaf.*, XX, 71-90.
- (14) RAMÍREZ RAMÍREZ, E. 1952. Nota preliminar para el estudio de las rañas. *Anal. Edaf.*, XI, 389-406.
- (15) RIVAS GODAY, S. 1952. Especies indicadoras de los cañerizos paleozoicos en Extremadura. *An. Inst. Cavanilles*, XI, 503-515.
- (16) — — 1954. Los grados de vegetación de la península Ibérica. *An. Inst. Cavanilles*, XIII, 269-331.
- (17) — — 1954. Aportaciones a la fitosociología hispánica. *An. Inst. Cavanilles*, XIII, 335-422.
- (18) SÁNCHEZ LOZANO, R. 1902. Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* Madrid.
- (19) SCHMIT TOMÉ, P. 1950. Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España central (Salamanca y Cáceres). *Publicaciones extranjeras sobre Geología*. Madrid.
- (20) SOLÉ SABARÍS, L. 1951. *Geografía física de España y Portugal*. Barcelona.
- (21) TAMES, C. 1958. Los grupos principales de suelos de la España peninsular. *Mapa agronómico nacional*. Madrid.

LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE CACERES

II. SUELOS SOBRE ROCAS IGNEAS

por

J. FORTEZA BONNIN. A. GARCIA RODRIGUEZ,
M.^a SANCHEZ CAMAZANO y M.^a T. MARTIN PATINO

SUMMARY

THE SOILS FROM THE PROVINCE OF CACERES. II SOILS DEVELOPED ON ACIDIC IGNEOUS ROCKS

A study of soils, from the province of Cáceres, developed on acidic igneous rocks under different climatic conditions, has been done; the most frequent soil type is oligotrophic brown earth; climatic variations produce different sub-types; the mineralogic composition indicates that the nature of parent rock has a large influence on the soil composition, although that of the climate is also appreciable. Soils on acidic igneous rock have a larger potencial chemical fertility than those developed on shales; nevertheless, in areas with strong erosion processes, fine fractions originate themselves very slowly due to composition of the original material.

Se encuentran estas rocas diseminadas por toda la provincia, formando grandes o pequeñas manchas. Afloran al NO. de la provincia, en los términos municipales de San Martín de Trevejo, Valverde del Fresno, Eljas, Acebo, Villamiel, Gata, Torre de Don Miguel, etc.; al NE., desde Baños hasta la provincia de Avila y desde ésta por Valverde de la Vera, Villanueva de la Vera y Jaraiz a Plasencia, para seguir por Carcaboso, Montehermoso hasta Baños. En la parte O. se encuentra la Mancha de Cuesta Araya, que comienza en los límites de Portugal, en Piedras Albas, y acaba a corta distancia de la capital; al E. se encuentran algunos islotes graníticos pertenecientes a la mancha del Tajo que ocupan los términos de Bohonal de Ibor, Peraleda de San Román, Valdeverdeja y Valdelacasa; en el S. se encuentran los afloramientos graníticos de Trujillo, Montánchez y Miajadas.

Debido a la gran variedad litológica de las rocas hipogénicas, sería demasiado prolijo el hacer una descripción detallada de las distintas especies, por lo que nos limitamos a dar una relación de las principales,

según Mallada (1): granito néisico, granito muy cuarzoso, granito de grano fino, granito pegmatítico, pórfidos feldespáticos, dioritas, etc., etcétera.

Los suelos formados sobre estas rocas presentan variaciones acusadas de profundidad debidas a los fenómenos erosivos que actúan con energía en las zonas desprovistas de vegetación permanente y en los fuertes relieves de las sierras. Los perfiles estudiados corresponden a suelos desarrollados en condiciones variables de clima y relieve. La presentación de resultados guarda el mismo orden que en el trabajo anterior (4).

PERFIL IV

Descripción

Situación: Penillanura extremeña. Casa de la Alberguilla (sierra de Fuentes).

Geología: Dioritas.

Topografía: Suavemente inclinado.

Drenaje: Externo, bueno; interno, bueno.

Vegetación: Encinar, javándula.

Agricultura: Pastos.

Tipo de suelo: Tierra parda meridional incipiente.

Prof en cm.	Horizontes	Observaciones
0-15	A/B (variable)	Pardo amarillento (10 Y R 5/4; arenoso, suelto, poca materia orgánica.
15-120	C	Diorita.

Datos analíticos

Determinaciones	Profundidad en cm. 0-15
Arena gruesa %	50,5
Arena fina %	18,5
Limo %	6,0
Arcilla %... ..	11,3
Capacidad de cambio meq/100 g.	4,9
pH	6,1
Carbonatos %	—
M. O. %	1,99
N %	0,120
C/N	9,6
Fe ₂ O ₃ libre	0,35
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g.... ..	1,3
K ₂ O asim. mg/100 g.	19,1
CaO asim. mg/100 g.	33

Análisis químico de la roca en porcentaje

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O
68,8	4,2	15,8	0,4	0,5	0,7	2,7

Mineralogía de la fracción arcilla.

La curva térmico diferencial de la arcilla extraída del horizonte A/B de este perfil muestra dos efectos endotérmicos, uno a 100-200° C de escasa magnitud, y otro a 500-600° C, típico de mezclas de ilita y caolín.

La capacidad de cambio de cationes de esta arcilla es de 21,3 meq/100 g., del orden de magnitud que corresponde a mezclas de ilita y caolín.

En el diagrama de polvo aparecen líneas a 10,1 y 7,13 Å de ilita y caolín, respectivamente. También se registran las líneas de cuarzo. Los porcentajes de estos minerales, calculados de un modo aproximado a partir de las intensidades de las líneas, son 70 % de ilita y 30 % de caolín.

Mineralogía de la fracción arena.

En el análisis de los minerales de la fracción arena aparece casi como único mineral el circón, 80 granos en 100 transparentes. Hay presencia de turmalina y minerales de titanio. Son suelos muy erosionados físicamente, quedando como única especie mineral la más resistente.

Los granos son de forma subredondeada con signos de corrosión superficial. Son muy abundantes los minerales opacos, 129 granos por cada 100 transparentes. En la fracción ligera está el cuarzo en una proporción de 60 granos por 40 de feldespato.

Interpretación.

Suelo de escasa potencia y desarrollo que acusa gran semejanza con la roca de que procede. Debido al carácter arenoso que tiene en los primeros estadios de su formación, resulta muy erosionable, atribuyendo a este hecho el pastoreo excesivo la falta de desarrollo. Corresponde a una micro tierra parda oligotrófica.

PERFIL V

Descripción

Situación: Penillanura extremeña; kilómetro 2,400 carretera de Cáceres. Alcántara.

Geología: Rocas ígneas (granito pegmatítico).

Topografía: Llano.

Drenaje: Externo, bueno; interno, regular.

Vegetación: Prado.

Agricultura: Pastos.

Tipo de suelo: Tierra parda meridional.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
0-20	A	Pardo pálido (10 Y R 6/3) (seco); areno arcilloso con granos entre 1 y 3 cm. Ø; compacto, bien enraizado.
20-60	(B)	Pardo fuerte (10 Y R 4/3); areno arcilloso, cúbico, compacto poco permeable; cristales grandes.
60-80	(B)/C ₁	Abigarrado de blanco y negro oscuro; aumentando el tamaño y proporción de los cristales; abundancia de minerales oscuros.
80	C ₁	Abigarrado de blanco y negro; granito pegmatítico meteorizado; pasta clara y hasta blanca y minerales oscuros.

Datos analíticos

Determinaciones	Profundidad en cm.			
	0-20	20-60	60-80	80
Arena gruesa %	35,5	41,0	55,5	51,5
Arena fina %	25,0	8,5	10,5	16,8
Limo %	11,3	12,3	22,0	17,8
Arcilla %	25,0	37,3	12,6	12,3
Capacidad de cambio meq/100 g.	18,6	20,0	33,8	32,5
pH	6,2	5,1	7,5	7,6
Carbonatos %	—	—	—	Trazas
M. O. %	1,56	0,31	0,10	0,08
N %	0,102	0,045	0,014	0,010
C/N	8,9	4,0	5,0	3,5
F ₂ O ₃ libre %	0,29	0,16	0,03	0,16
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g.	2	1,5	1,5	5
K ₂ O asim. mg/100 g.	18,3	10,5	5,0	4,1
CaO asim. mg/100 g.	70	267	267	233

Mineralogía de la fracción arcilla.

Las curvas térmico diferenciales de las arcillas correspondientes a los cuatro horizontes del perfil presentan efectos endotérmicos a 100-200° C, 500-600° C y 600-700° C. El primer efecto, correspondiente al agua de hidratación, es de gran magnitud en todas las arcillas, aumentando algo con la profundidad; en todos los casos se presenta una inflexión o pico a 220° C. El segundo pico, más característico de ilita que de caolín, disminuye en magnitud con la profundidad, llegando casi a desaparecer en el horizonte C₁. El tercer efecto correspondiente a montmorillonita se manifiesta como una inflexión en el horizonte A y aumenta con la profundidad, coincidiendo este aumento con la disminución del efecto característico de ilita y caolín.

Las curvas termogravimétricas son características de mezclas de minerales de la arcilla con abundancia de montmorillonita, siendo más típicas de este último mineral las de los horizontes más profundos. La pérdida de agua a 100-200° C varía desde 6 % en el primer horizonte hasta 10 % en el último.

Los valores de las capacidades de cambio de cationes indican, igual que las determinaciones anteriores, la presencia de montmorillonita y un gran aumento de su proporción con la profundidad (58,9-73,8-80,4-84,1 meq/100 g.).

En los diagramas de difracción de rayos X, obtenidos mediante la técnica de agregado orientado, están presente las líneas características de ilita, caolín y montmorillonita (12,6-10,1 y 7,2 Å). La línea a 12,6 pasa a 17 Å al tratar el agregado orientado con etilenglicol. En los diagramas correspondientes al horizonte C₁ las líneas de ilita y caolín disminuyen considerablemente de intensidad, siendo sólo visibles.

Los porcentajes de minerales calculados de un modo aproximado a partir de las intensidades de las líneas de difracción, son: 30 % de montmorillonita, 10 % de caolín y 60 % de ilita, para el primer horizonte; 35 % de montmorillonita, 10 % de caolín y 55 % de ilita, para el segundo; 55 % de montmorillonita, 5 % de caolín y 40 % de ilita, en el tercero, y 70 % de montmorillonita, 5 % de caolín y 25 % de ilita en el cuarto.

El enriquecimiento en montmorillonita con la profundidad coincide con el aumento de pH y con la existencia en esos horizontes de trazas de carbonatos.

Mineralogía de la fracción arena.

En el análisis de los minerales de la fracción arena aparece como mineral predominante el circón, con una frecuencia del 50 % en los

dos horizontes superiores, aumentando hasta el 70 % en los inferiores. Hacemos diferencias entre los horizontes porque la morfología de este mineral también es diferente. Cristales cortos, aristas redondeadas aunque con apuntamientos piramidales en los horizontes superiores, y en formas prismáticas estrechas, bastante alargadas según el eje *c* en los inferiores. Todos ellos presentan signos de alteración, y algunos estructura zonal.

Aparecen otras especies minerales, como turmalina 25 % y anatasa 23 %, en los horizontes superiores, que disminuye con la profundidad hasta un 3 %. Se encuentra también rutilo, broquita y titanita.

El origen de la mineralización es de zonas graníticas, habiendo una diferencia de aportes en los distintos horizontes.

El número de los minerales opacos aumenta con la profundidad.

Los minerales encontrados en la fracción ligera son: cuarzo, 73 %, y feldespato, 37 %.

Interpretación.

Sobre granitos situados en zonas semiáridas, se desarrollan suelos que corresponden a tierras pardas meridionales oligotróficas; no obstante, se encuentran formas locales que se diferencian por la composición de los granitos, relieve o microrrelieve y vegetación. El suelo que ahora estudiamos se halla situado en zona llana, relativamente baja, y dedicada a pastos; en consecuencia, recibe aportes de las lomas próximas y retiene con facilidad los elementos finos arrastrados por el agua y el viento; esta acción explica la formación de los horizontes superiores; el horizonte (B) es a la vez textural y estructural y se haya sometido a un lavado ascendente y descendente, según el régimen de lluvias. La nota más destacada de este perfil es la presencia abundante de montmorillonita en todos los horizontes, debido sin duda a la composición de los granitos ricos en bases, y a un grado de humedad favorable, dada la situación topográfica. Nosotros hemos estudiado varios suelos de granitos en las provincias de Ávila, Salamanca y Zamora, encontrando siempre caolín e ilita, pero Sedletsckii (2) muestra que las arcillas provenientes de los granitos situados en la zona de estepa rusa son mezclas de montmorillonita e ilita.

La proporción y composición de las arcillas y el contenido en calcio asimilable son los factores más favorables de este suelo.

P E R F I L X

D e s c r i p c i ó n

Situación: Plataforma de la Vera; kilómetro 62 de la carretera a Oropesa.

Geología: Granito y neiss.

Topografía: Llano.

Drenaje: Externo, bueno; interno, bueno.

Vegetación: Olivos, higueras y helechos.

Agricultura: Variada.

Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.

Prof en cm.	Horizontes	Observaciones
0- 20	Ap	Rojo amarillento (5 Y R 4/6) (húmedo); arenoso-suelto, bien enraizado, poca materia orgánica.
20- 40	(B ₁)	Rojo (2,5 Y R 4/6) (húmedo); arcillo-arenoso; no plástico, sin desarrollo de estructura, micáceo, brillante.
40- 80	(B ₂)	Rojo claro (2,5 Y R 5/8); areno arcilloso; no plástico, algo compacto, brillante.
80-120	C ₁	Abigarrado de tonos oscuros. rojo y negruzco, granito y neiss meteorizados.

D a t o s a n a l í t i c o s

Determinaciones	Profundidad en cm.		
	0-20	20-40	40-80
Arena gruesa %	45,0	29,8	29,5
Arena fina %	39,0	29,5	36,0
Limo %	10,3	19,3	15,5
Arcilla %	6,5	21,3	18,2
Capacidad de cambio meq/100 g.	4,2	9,4	6,8
pH	6,0	5,2	5,4
Carbonatos	—	—	—
M. O. %	0,60	0,30	0,17
N %	0,042	0,026	0,019
C/N	8,0	6,4	5,2
Fe ₂ O ₃ libre %	0,40	1,04	1,11
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g.	1,6	1,0	1,0
K ₂ O asim. mg/100 g.	13,0	6,3	6,3
CaO asim. mg/100 g.	33	33	33

Análisis químico de la roca en porcentaje

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O
53,4	7,2	22,6	1,2	0,1	0,1	4,3

Mineralogía de la fracción arcilla.

Las curvas térmico diferenciales de las arcillas extraídas de los tres horizontes del perfil son típicas de caolín, con un débil efecto endotérmico correspondiente al agua de hidratación, a 100-200° C, otro a aproximadamente 600° C muy pronunciado, y uno exotérmico, estrecho y acentuado, a 980° C.

Las curvas termogravimétricas acusan una pérdida de agua absorbida muy pequeña, y otra pérdida a 400-600° C muy brusca, que en el último horizonte es ya del 9 %.

Las capacidades de cambio de cationes son bajas (10,9-17,8-16,3 meq/100 g.), en concordancia con el contenido elevado de caolín.

De acuerdo con los resultados anteriores, los diagramas de difracción de estas arcillas, obtenidos mediante la técnica de agregado orientado, presentan una línea muy intensa a 7,1 Å, otra muy débil a 10,1, que en los horizontes inferiores es solamente visible. Aparece en todos ellos, además otra línea de más intensidad que la de ilita a 12,0 Å, que debe ser el segundo orden de reflexión de una interestratificación de ilita y un mineral a 14 Å, llegando a verse el segundo orden de reflexión, a 8,2 Å, en el diagrama correspondiente a la arcilla del primer horizonte. El mineral a 14 Å debe ser clorita, dados los valores bajos de agua de hidratación y capacidad de cambio de las arcillas. También aparecen las líneas del cuarzo.

La composición mineralógica de estas arcillas es ilita, caolín, cuarzo e interestratificación de ilita y clorita. El contenido en caolín es alto en todos los horizontes, del orden del 40 %.

La proporción elevada de caolín está de acuerdo con la naturaleza granítica de la roca madre y con el clima subtropical de esta zona.

Mineralogía de la fracción arena.

El análisis de la fracción arena de este perfil se caracteriza por la abundancia de minerales opacos en los niveles superiores, disminuyendo considerablemente en los inferiores.

Las especies minerales abundantes en el horizonte superior, son: granate 38 %, andalucita 33 %, circón 14 %, y turmalina 13 %.

En el horizonte (B), disminuye la frecuencia de andalucita a 9 %, pasando a ser el granate 45 %, circón 30 % y anatasa 15 %, las especies más abundantes. Destacan en estos horizontes gran cantidad de granos de cuarzo en formas subredondeadas, que posiblemente han pasado a formar parte de la fracción densa por contener inclusiones de otros minerales. Aparecen también granos de moscovita.

Las diferencias encontradas en los horizontes pueden ser debidas a aportes distintos que han contribuido a la formación de estos sedimentos.

En la fracción ligera, cuarzo y mica son los minerales más abundantes.

Interpretación

Suelo de moderada acidez en el horizonte superior y fuertemente ácido en los horizontes (B), como consecuencia de una meteorización química intensa y de la naturaleza del material original: granitos micáceos y neiss también muy micáceos. El análisis de la roca madre arroja unos valores intermedios entre un granito y una mica: bajo contenido en sílice y elevado contenido en óxido de aluminio. En el material de partida se aprecia un elevado contenido en moscovita y biotita, mientras que en los horizontes del suelo únicamente se encuentra moscovita, índice claro de meteorización química intensa; también se manifiesta esta erosión en una apreciable liberación de óxidos de hierro, que dan al suelo color rojo, y en la composición de la fracción arcillosa con elevado porcentaje de caolín. Respecto al grado de trofia resulta francamente oligotrófico, siendo pobre en elementos nutritivos; en cambio, las propiedades físicas son favorables, apreciándose una buena proporción entre fracciones gruesas y finas. La composición física y las favorables condiciones climáticas son los factores que explican que La Vera sea una de las comarcas más ricas de la provincia.

El suelo lo hemos clasificado como una tierra parda lixiviada.

PERFIL XV

Descripción

Situación: Vertiente meridional de la sierra de Béjar; kilómetro 89,200 de la carretera Salamanca-Cáceres.

Geología: Rocas ígneas, granito.

Topografía: Fuerte inclinación.

Drenaje: Externo, bueno; interno, bueno.

Vegetación: Hierbas, retamas y helechos.

Agricultura: Pastos.

Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.

Prof en cm.	Horizontes	Observaciones
0-40	A (variable)	Gris pardo (2,5 Y 5/2); arenoso, grumoso, contenido medio en humus mull; muy enraizado.
40-70	A/(B)	Pardo verdoso (2,5 Y 4/4); arenoso; enraizado y con regular contenido en humus; grumoso, suelto.
70	C	Granito.

Datos analíticos

Determinaciones	Profundidad en cm.	
	0-40	40-70
Arena gruesa %	53,5	57,5
Arena fina %	24,5	21,0
Arcilla %	7,5	7,8
Limo %	11,0	12,3
Capacidad de cambio meq/100 g.	6,8	5,6
pH	5,6	6,4
Carbonatos %	—	—
M. O. %	1,27	0,72
N %	0,090	0,052
C/N	8,2	8,0
F ₂ O ₃ libre %	0,36	0,31
P ₂ O ₅ asim. mg/100 g.	1,7	2,0
K ₂ O asim. mg/100 g.	5,3	19,1
CaO asim. mg/100 g.	Trazas	50,0

Mineralogía de la fracción arcilla.

Las curvas térmico diferenciales presentan dos efectos endotérmicos, uno a 100-200° C, y otro a 590° C. Son típicas de mezclas de ilita y caolín.

Los valores de las capacidades de cambio de cationes son bajos en los dos horizontes (19,5 y 23,6 meq/100 g.).

Los diagramas de difracción de rayos X, obtenidos mediante la técnica de agregado orientado, indican la existencia de ilita y caolín como únicos componentes de la fracción arcilla (líneas a 10,1 y 7,2 Å).

La composición mineralógica es muy constante a lo largo del perfil, 75 % de ilita y 25 % de caolín en los dos horizontes.

Era de esperar una mayor proporción de caolín en este suelo desarrollado sobre granito y bajo clima húmedo.

Mineralogía de la fracción arena.

En el análisis de la fracción arena de este perfil se ha encontrado que la asociación mineralógica es: circón, 48 %; hornblenda, 28 %, y granate, 21 %. Hay también presencia de epidota, aunque en menor cantidad. Destaca el elevado porcentaje de circones de tamaño grande y formas diferentes. prismas de aspecto romboédrico, otros alargados según el eje *c* y también granos redondeados; en todos ellos es abundante el número de inclusiones.

La hornblenda es de color verde y parda, de tamaño grande y bien marcadas sus líneas de exfoliación; en algunos casos presenta aspecto fibroso, tratándose posiblemente de la variedad actinolita.

La fracción ligera es rica en micas (biotita y moscovita), feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa sódica, oligoclasa o andesina, siendo esta última posible, debido al alto contenido en minerales máficos.

Todo esto nos confirma la procedencia granítica del material que compone este suelo.

Interpretación.

Suelo arenoso, ácido, pobre en elementos nutritivos. La erosión química se ve frenada por dos estaciones extremas: invierno frío y verano seco y caluroso; no obstante, el suelo debía tener mayor desarrollo dada su situación; creemos que la causa de que no ocurra así se debe, en gran parte, al pastoreo intensivo que impide la acumulación de materia orgánica, y al relieve (predominio del lavado oblicuo). Hemos caracterizado al suelo como tierra parda húmeda oligotrófica.

DISCUSIÓN

Caracteres físicos, químicos y mineralógicos.

Suelos de profundidad variable, arenosos hasta arenos arcillosos, moderada o fuertemente ácidos, muy pobres hasta ricos en nitrógeno, pobres en fósforo y potasio y, generalmente, pobres en calcio. Las arcillas de estos suelos contienen ilita y caolín como componentes fundamentales, llegando a ser en algunos casos el porcentaje de caolín del 40 %.

En la composición mineralógica de las arcillas de estos suelos tiene una gran influencia la naturaleza de la roca madre, pobre en bases. No obstante, también se deja sentir la influencia del clima; así, el perfil X desarrollado en zona húmeda le corresponde el mayor contenido de caolín y además una pequeña proporción de interestratificación de ilita y clorita; le sigue en cuanto a contenido en caolín el perfil XV, desarrollado bajo clima subhúmedo, correspondiendo el contenido menor al perfil V, bajo clima árido.

En el perfil V, desarrollado en condiciones de aridez sobre granitos calco-alcalinis, hay montmorillonita en cantidad abundante, que aumenta desde el 35 % en el horizonte superficial, hasta el 70 % en el más profundo.

Los minerales más abundantes en la fracción arena son: en la fracción densa, circón, turmalina y granate; en la fracción ligera, cuarzo, feldespato y micas. Como consecuencia de una mayor variación en la composición de las rocas, se aprecian diferencias más acusadas que en el caso de las pizarras. Los suelos sobre granitos tienen una fertilidad química potencial mayor, pero se renuevan con más dificultad. La fertilidad actual es pequeña, pero se encuentran áreas mesotróficas, principalmente en zonas de acumulación.

Variabilidad y asociación.

El tipo de suelo más frecuente en una tierra parda, pero debido a las diferencias climáticas que afectan al grado de evolución, se encuentran los subtipos: meridional, subhúmeda y húmeda; las tierras pardas húmedas se encuentran asentadas en las vertientes meridionales de la Cordillera Central. Además, se encuentra Ranker en la Cordillera Central y en las inmediaciones de Valencia de Alcántara, y xeroranker en las sierras de Montánchez; alcanzan gran significación los afloramientos rocosos, predominando éstos, casi de forma exclusiva, en la mancha de Trujillo.

RESUMEN

Se hace un estudio de los suelos de la provincia de Cáceres desarrollados sobre rocas ígneas ácidas, situadas en zonas con climas distintos; el tipo de suelo más frecuente es una tierra parda oligotrófica (debido a las diferencias climáticas que afectan al grado de evolución se encuentran los subtipos meridional, subhúmeda y húmeda); la composición mineralógica indica que la naturaleza de la roca madre tiene gran influencia en la composición de los suelos; también es apreciable la influencia del clima, aunque en menor grado. Los suelos sobre rocas ígneas ácidas tienen una fertilidad química potencial mayor que la de los suelos desarrollados sobre pizarras; no obstante, en las zonas sometidas a procesos erosivos intensos, las fracciones finas se renuevan con lentitud, debido a la composición del material original.

*Sección de Cartografía del Centro de Edafología
y Biología Aplicada de Salamanca*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) MALLADA, L. 1927. Explicación del Mapa geológico de España. Madrid.
- (2) SEDLETSKII, I. D. 1945. Colloid-dispersoid mineralogy. Acad. of Sci. U. R. R. S. Moscow-Leningrad. Ct. por Joffe (3)
- (3) JOFFE, J. S. 1949. Pedology. New Brunswick. New Jersey.
- (4) FORTEZA BONNIN, J., GARCÍA RODRÍGUEZ, A., SÁNCHEZ CAMAZANO, M.^a y MARTÍN. PATINO, M.^a T. 1966. Los suelos de la provincia de Cáceres. I. Suelos sobre pizarras. An. Edaf. Agrobiol., XXV, 661-673.

DIFERENCIACION DE LOS PRINCIPALES MINERALES SEDIMENTARIOS MEDIANTE TECNICAS DE TINCION SELECTIVA (*)

por

P. AREVALO CARRETERO

SUMMARY

DIFFERENTIATION OF THE MAIN SEDIMENTARY MINERALS BY TECHNIQUES OF SELECTIVE STAINING

We make a critical study of Friedman's method of staining, pointing out some aspects which are not fully resolved, and giving some explanations and supplementary determinations which are useful in Laboratory survey of sedimentary minerals.

GENERALIDADES

La aplicación de los métodos de tñido al estudio de los minerales y rocas tiene tres objetivos principales:

1.º Diferenciación de algunas especies difíciles de distinguir bajo el microscopio petrográfico, bien sea por su tamaño o por su naturaleza.

2.º Resolver problemas en el campo.

3.º Poner de relieve ciertas texturas y estructuras de las rocas, que de otra forma quedarían inadvertidas o bien destacar la microfauna del cemento que la rodea.

Las técnicas de tñido son un auxiliar muy eficaz en petrografía, pudiendo tener, en ciertos casos, más alcance incluso que los métodos ópticos, y siendo por su rapidez muy útiles para trabajos en serie (**).

(*) Trabajo presentado en la III Reunión del Grupo Español de Sedimentología, Zaragoza, 1964.

(**) Queremos hacer constar que el presente trabajo va dirigido, tanto a especialistas en Petrografía como a ayudantes o principiantes, por lo que pueden encontrarse excesivos detalles o reiteraciones en ciertos puntos.

La tinción puede aplicarse, tanto sobre la roca macroscópica como sobre la preparación microscópica antes de ser cubierta. En el primer caso es conveniente actuar sobre un corte fresco y plano de la roca, en el caso de lámina delgada, y en tinciones que requieren operar en caliente, debe trabajarse con cuidado para evitar la destrucción de la preparación.

Estas técnicas están basadas en la diferente solubilidad de los minerales en el medio y pH en que se opera; cuando el mineral es, al menos, ligeramente soluble en este medio, el efecto superficial de disolución hace que aquél absorba el colorante que se elige de tal forma, que sea capaz de formar un compuesto coloreado con el catión del mineral en estudio. Otras veces, como es el caso de la tinción de los feldespatos, se hace uso de la gelatinización que se produce en ellos al ser expuestos a los vapores de HF, gelatinización que posteriormente absorbe el colorante tiñéndose.

El tipo de colorantes empleados pueden ser orgánicos o inorgánicos, y a veces aún el mismo compuesto puede producir varios efectos según en el valor de pH que se trabaje, como luego veremos.

TÉCNICA EMPLEADA Y DISCUSIÓN DE LA MISMA

De los muchos métodos de teñido que se han publicado, el de Friedman es, a nuestro juicio, uno de los más logrados. Permite sólo con dos colorantes, siguiendo la marcha que el esquema indica, diferenciar los siguientes minerales:

Calcita, calcita altamente magnesiánica, aragonito, anhidrita, dolomita, magnesita y yeso.

En el cuadro núm. 1 damos el esquema de Friedman, ampliado por nosotros en los puntos encuadrados con los números 1, 2, 3 y 4.

La técnica de Friedman se refiere sólo a minerales carbonatados y sulfatados, pero deja sin resolver la puesta en evidencia de otros minerales de interés sedimentario, como son el cuarzo y los feldespatos, que coexisten con los anteriores frecuentemente.

La presencia de feldespatos con cuarzo en areniscas de cemento calcáreo, por ejemplo, cuya composición mineralógica es a veces necesario conocer de forma rápida en ciertos problemas de correlación y génesis, puede resolverse combinando la técnica de Friedman con la de Gabriel y Cox (hecha en primer lugar, ya que los vapores de HF destruyen la coloración obtenida con la alizarina), en la forma que indicamos [3] en el cuadro 1, combinándola también con el teñido con verde malaquita para la diferenciación de los feldespatos calcosódicos. El resultado, en el caso citado, es una matriz teñida de rojo (caliza) sobre la que destacan secciones de color amarillo (feldespatos potásicos), otros verde azulados (plagioclasa), y otros incoloros (cuarzo).

No siempre pueden hacerse los sucesivos teñidos sobre un mismo trozo de roca, necesiándose a veces operar sobre diferentes cortes y también ha de tenerse cierto criterio para no tomar una ligera coloración como un verdadero teñido.

ESQUEMA DE TEÑIDO DE LOS PRINCIPALES MINERALES SEDIMENTARIOS

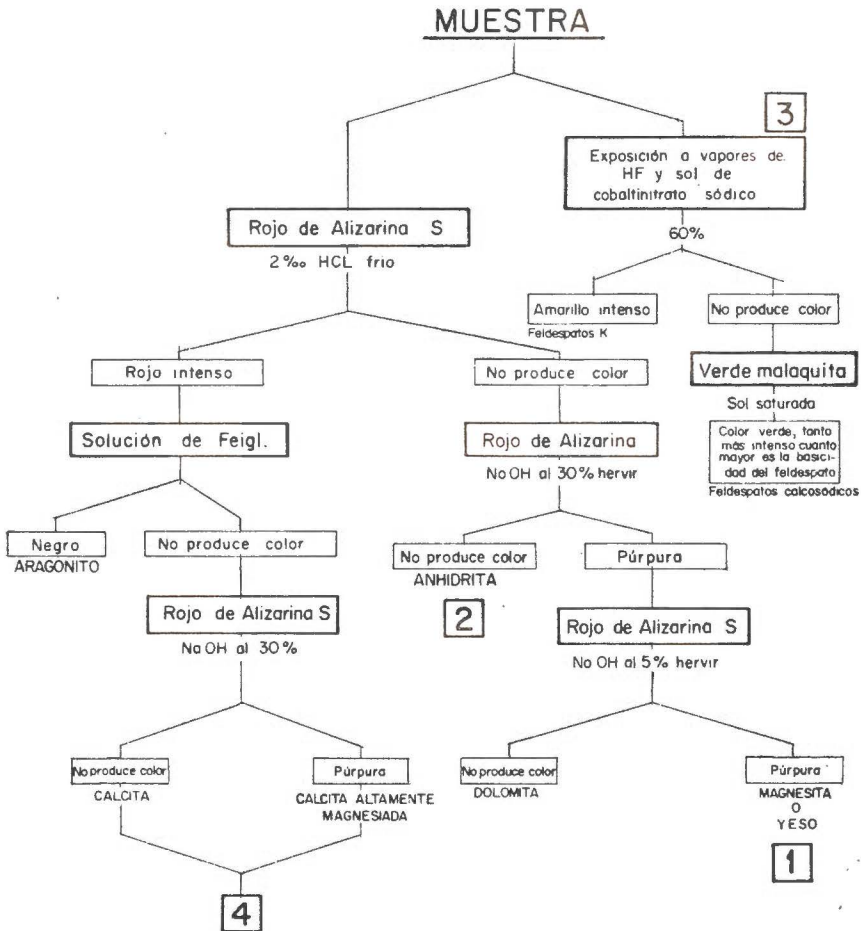


Fig. 1

Un indeterminación a lo largo del proceso, sería en el caso de existir cuarzo y anhidrita, ya que ambos quedarían sin teñir; en este caso (tratándose de una muestra de mano, puesto que en una preparación microscópica no habría confusión) [2], una rápida determinación del

ión $\text{SO}_4^{=}$, de la forma que indicamos a continuación, sobre un poco de polvo de la parte no teñida, da en seguida la solución.

La reacción de sulfatos anteriormente citada puede aplicarse también para diferenciar yeso de magnesita que se tiñen ambos de color púrpura en NaOH al 5 por 100 [1] (seguimos refiriéndonos a muestra de mano y al caso de personas quizá no muy especializadas en la materia). También pueden aplicarse algunos colorantes propuestos por Friedman, como el amarillo de titanio, o bien colocar un poco de polvo de la parte en cuestión sobre un porta-objetos, añadir una gota de salicilato de metilo y observar si existen carbonatos (magnesita), lo que, dado su birrefringencia (variación de relieve al girar la platina del microscopio), es fácil de identificar incluso para un profano en petrografía.

La distinción por medio del teñido, de calcita y dolomita con rojo de alizarina, es perfecta; obteniéndose unos bordes entre los minerales bien definidos y netos, tanto en lámina delgada como en muestra macroscópica, pero la diferenciación que hace Friedman entre calcita y calcita altamente magnesiana es muy convencional [4]. Si se desea conocer la proporción de CaCO_3 a MgCO_3 con certeza, debe recurrirse a la determinación del índice de refracción, midiendo N_0 (rayo ordinario) por inmersión de polvo de mineral en líquidos de índice de refracción conocido (*), observando la línea de Becke e interpolando el valor obtenido en la tabla de Deer, Howie y Zussman que damos en la figura 2.

Si el tamaño del grano es muy pequeño o si se desea obtenerse la proporción de un tercer catión sustituyente del carbonato, como es el Fe o el Mn, hay que recurrir al análisis químico total del mineral, lo que requiere unas técnicas totalmente diferentes a las que aquí nos ocupan.

Modo de operar.

Antes del teñido con rojo de alizarina debe sumergirse la muestra en HCl al 8 por 100, si se trata de una muestra macroscópica de ocho a tres minutos, disminuyendo el tiempo al aumentar la cantidad de CaCO_3 presente, lo que se conoce por la efervescencia que produce; si se opera con lámina delgada de uno a medio minutos, y aún menos si se trata de delicadas estructuras orgánicas que pueden borrarse.

El tiempo de inmersión en los colorantes debe ser análogo para toda una serie de muestras, con el fin de que sean comparables los resultados, y no debe emplearse dos veces el mismo líquido para teñir dos muestras.

Las láminas delgadas se observan al microscopio por transparen-

(*) Nosotros hemos empleado la Colección Americana Cargille.

cia después de teñidas, y por reflexión si se trata de cortes macroscópicos de grano fino que no sean fácil de estudiar a simple vista.

Después de cada tinción, las muestras se lavan con agua destilada y deben observarse en seguida; el color palidece en algunos teñidos

DETERMINACION DE INDICES DE REFRACCION

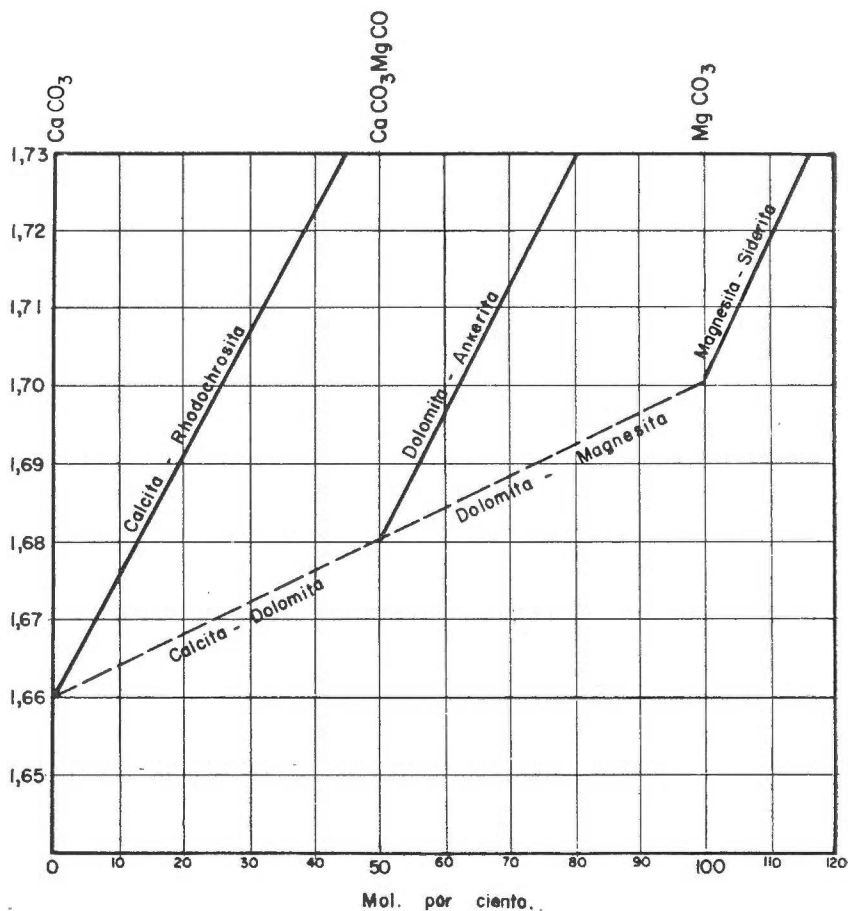


Fig. 2

con el tiempo y también al ser cubiertas las preparaciones con bálsamo del Canadá.

El método de teñido de feldespatos requiere una gelatinización precedente, lo que se hace exponiendo la muestra o preparación antes de cubrirla, a los vapores de ácido fluorhídrico concentrado que se tiene en una caja de plástico, en cuya tapa se ha practicado una abertura del tamaño de la zona a teñir (¡cuidado!) durante un minuto, y su-

mergiéndola después en una solución de cobaltinitrito sódico al 60 por 100 o verde malaquita (solución saturada). En el primer caso, los feldespatos potásicos toman un intenso color amarillo; en el segundo se tiñen de verde, siendo el color tanto más intenso cuanto mayor es la basicidad del feldespato.

Para la técnica de teñido con verde malaquita en vez de someter la muestra a los vapores de FH, hay quien prefiere sumergir la preparación o muestra macroscópica en H_2SO_4 (c) caliente, en el cual los feldespatos son solubles, sometiéndola después de lavada a la acción del colorante.

Queremos señalar que todas las técnicas citadas anteriormente son igualmente útiles en el estudio de los granos minerales detríticos; en este caso, los granos deben ser embutidos en una resina de tipo Cement 70 C. Hugh Courtright & Co. que se extiende sobre un porta-objetos, dejando caer los granos sobre ella de forma que la parte superior quede sin ser cubierta por las resinas, o mejor aún, formando una lámina delgada por posterior pulido, y se procede de la misma forma indicada. En el teñido con verde malaquita debe tenerse en cuenta que si los granos detríticos no están bien individualizados y conservan adheridos fragmentos de otros minerales arcillosos o no, puede prestarse a confusiones, como son el aparente teñido de los granos de cuarzo. Es muy importante también haber tratado los granos minerales por ácidos diluidos en caliente, en caso de especies no descomponibles para los mismos, con el fin de privarlos de la subeficación que les envuelve y que absorbe el colorante.

REACTIVOS

Alizarina en HCl al 0,2 por 100: Disolver 0,1 g. de rojo de alizarina S en 100 c. c. de ácido clorhídrico al 0,2 por 100 (2 c. c. de HCl concentrado llevar a 1 l. con agua destilada).

Alizarina en NaOH al 30 por 100: Disolver 0,2 g. de rojo de alizarina S en 25 c. c. de metanol, calentando si es necesario, y sustituyendo el alcohol evaporado al calentar (fuera de la llama); añadir 15 c. c. de disolución de NaOH al 30 por 100 (porcentaje en peso, 30 g. de NaOH y 70 de H_2O).

Alizarina en NaOH al 5 por 100: Se prepara de la misma forma que la anterior, pero empleando NaOH al 5 por 100 (porcentaje en peso, 5 g. de NaOH y 95 de H_2O).

Solución de Feigl: Añadir 1 g. de Ag_2SO_4 sobre una solución que contiene 11,8 g. de $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ en 100 c. c. de H_2O ; hervir. Dejar enfriar y filtrar. Añadir a la solución 1 ó 2 gotas de NaOH diluida; filtrar el precipitado que se produce después de una o dos horas. Guardar la solución en frasco tapado.

Acido clorhídrico al 8 por 100 (8 c. c. de HCl concentrado; completar con agua destilada hasta 100 c. c.).

Acido fluorhídrico al 40 por 100 (concentrado, reactivo de análisis).

Solución saturada de cobaltinitrito sódico: 60 g. de cobaltinitrito sódico disueltos en 100 c. c. de agua (60 por 100 en volumen).

Solución saturada de cloruro bárico: 340 g. de cloruro bárico; añadir H_2O destilada; llevar a 1.000 c. c.

Amarillo de titanio: 0,1 a 0,2 g. del colorante en 25 c. c. de metanol; añadir 50 c. c. de NaOH al 5 por 100.

IDENTIFICACIÓN DEL IÓN $SO_4^{=}$

Colocar aproximadamente medio gramo de la roca finamente pulverizada en una cápsula de porcelana, añadir 25 c. c. de HCl, hervir por unos minutos. Diluir con agua destilada cuatro veces su volumen: filtrar, calentar el líquido filtrado a ebullición, añadir gota a gota solución $Ba Cl_2$. Un precipitado blanco indica la presencia del ión $SO_4^{=}$.

RESUMEN

Se hace un estudio crítico del método de tinción de Friedman, señalando algunos puntos que no quedan bien resueltos en el mismo, e incorporando algunas aclaraciones y determinaciones suplementarias al mismo, útiles en los trabajos de laboratorio de reconocimiento de minerales sedimentarios.

*Instituto de Edafología y Biología Vegetal
Madrid*

BIBLIOGRAFÍA

- ARÉVALO, P. 1960. Estudio óptico de la fracción ligera en los sedimentos. Publ. I Curso de Sedimentología. Madrid, 45.
- CHAYES, F. 1952. Notes on staining of potash feldspar with sodium cobaltinitrite in thin Section Am. Mineralogist, 37, 337-340.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. y ZUSSMAN, J. 1963. Rock Forming Minerals. Longmans, Green and Co. Ltd. London.
- FRIEDMAN, G. M. 1959. Identification of carbonate minerals by staining methods. Jour. Sed. Petrology, 29, 87-97.
- GABRIEL, A. y COX, E. P. 1929. Staining method for the quantitative determination of certain rock minerals. Am. Mineralogist, 14, 290-292.
- HAYES, J. R. y KLUGMAN, M. A. 1959. Feldspars staining methods. Jour. Sed. Petrology, 29, 227-232.
- HOLMES, A. 1930. Petrographic methods and calculations. Thomas Murby. London.

- JEFFRIES, C. D. y WHITE, J. W. 1938. Variations in the composition of feldspars from a Hagerstown Soil profile. *Proc. Soil. Sci. Soc. Am.*, 3, 26-31.
- KENNETH, W. M. 1962. Staining and etchnig techniques for studyng obscure structures in clastic rocks. *Jour. Sed. Petrology*, 32, 530-533.
- PANTIN, H. M. 1960. Dye-staining technique for examination of sedimentary microstructures in cores. *Jour. Sed. Petrology*, 30, 314-316.
- RAMSDEN, R. M. 1954. A color test for distinguishing Limestone and Dolomite. *Jour. Sed. Petrology*, 24, 282.
- RUSELL, R. D. 1935. Frequency percentage determinations of detrital quartz and feldspar. *Jour. Sed. Petrology*, 5, 109-114.
- TWENHOFEL, W. H. y TEYLER, S. A. 1941. *Methods of study of sediments*. Mc. Graw. Hill. Gook Co. Inc. New York.
- VIRGILI, C. 1960. Algunos aspectos de la Sedimentología en la Geología aplicada. Publ. I Cursillo de Sedimentología. Madrid, 9.
- WARNE, J. 1962. A quick Field of laboratory staining scheme for the differentiation of the major carbonate minerals. *Jour. Sed. Petrology*, 32, 29-33.

LA HUMIFICACION EN LOS SUELOS DE BOSQUE DE *QUERCUS ILEX* DESARROLLADOS SOBRE SUBSTRATO CALIZO Y SILICICO

por

F. VELASCO

SUMMARY

THE HUMIFICATION IN THE FOREST SOILS OF *QUERCUS ILEX* DEVELOPED UPON CALCAREOUS AND SILICIC SUBSTRATUM

We have observed the influence of the contents in calcium of the parent rock on the biological synthesis of humic acids in several forests of *Quercus ilex* developed on calcareous and silicic soils. This synthesis decreases considerably when the forest changes from *Quercus ilex* to *Juniperus oxycedrus*. The characteristics of the humus worsen with the diminution of calcium in the substratum and when the forest of *Q. ilex* is substituted by that of *J. oxycedrus*. We point out the possibility that in the humification process, the peculiarities of the chemical-organic composition of the leaves of the different species, may have a greater influence than the contents in calcium of the same vegetal rests when the soils have developed on the same substratum.

INTRODUCCIÓN

En la evolución de la materia orgánica se hallan implicados un conjunto de factores que acelerando o retardando la actividad biológica del suelo marcan la impronta que ha de caracterizar el proceso de humificación.

Entre los factores externos que actúan en este proceso, la riqueza en calcio de la roca madre juega un papel esencial. Diversos investigadores (Rode, 1927; Chizhevskii, 1932; Kononova, 1937) hace ya tiempo que demostraron el efecto estimulante del calcio sobre la descomposición de los residuos vegetales frescos. El calcio intensifica la desintegración de la materia orgánica fresca, pero retarda la descomposición de las sustancias húmicas en las últimas etapas del proceso de humificación por la formación de humatos de calcio y compuestos organominerales, más resistentes a la acción de los microorganismos; activa la mineralización de los restos orgánicos frescos, pero a la vez

favorece la polimerización de los polifenoles, siendo floculados los ácidos húmicos más polimerizados en su presencia.

A fin de comprobar el efecto del calcio sobre el proceso de humificación, se eligieron los suelos de bosque de *Quercus ilex*, por ser esta especie indiferente a la naturaleza química del sustrato y dominante en la climax mediterránea de *durilignosa*, estando repartida a lo largo de la mayor parte de la geografía ibérica.

Las muestras se tomaron en los encinares de las parameras de la provincia de Guadalajara y en el monte de *Q. ilex* de Hoyo de Manzanares (Madrid), cuyos suelos desarrollados sobre sustrato calizo y silíceo, respectivamente, reúnen las ventajas de estar situados a la misma cota de altitud en diversas zonas, y por encontrarse escasamente alejados, están sometidos a un régimen climatológico relativamente similar, aunque con pequeñas variaciones provocadas por la topografía. En estas condiciones, siendo constantes tanto los factores internos (naturaleza de la vegetación), como los factores del medio (a excepción del sustrato) que influyen en la formación del humus, es posible atribuir a la roca madre las variaciones que se observen en los caracteres del humus y en el grado de humificación.

Estando representada en el bosque de Hoyo de Manzanares la asociación *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, se tomaron también muestras de humus de enebro para comparar.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Se aplicó el método de Schollenberger (1945) para la valoración de la materia orgánica y el de Kjeldahl con las modificaciones introducidas por Irion (1951) para la determinación del nitrógeno total.

La capacidad de cambio y los cationes de cambio se determinaron por el método de Mehlich (1948), valorando el K^+ , Na^+ y Ca^{++} de cambio por fotometría de llama, y el Mg^{++} de cambio con E. D. T. A., de acuerdo con el método de Schwarzenbach (1959).

La extracción y fraccionamiento de los compuestos húmicos se realizó siguiendo el criterio de Duchaufour y Jacquin (1963), utilizando pirofosfato sódico como reactivo de extracción.

Para la determinación del pH se preparó previamente el suelo de manera que forme una «pasta saturada», de acuerdo con las observaciones de Hernando y Sánchez-Conde (1954) para suelos españoles, aplicando a continuación un potenciómetro Beckman.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Perfil núm. 1: (65102101).

Localidad: Km. 82,7 de la carretera nacional núm. II (Guadalajara).

Situación: A la derecha de la carretera, a unos 200 metros.

Altitud: 1.000 metros.

Formación geológica: Calizas pontienses.

Vegetación: *Quercus ilex*.

Tipo de suelo: *Rendsina*.

Observaciones: Suelo muy grumoso con muy buena estructura; a partir de 0,5 cm. de profundidad, el humus se encuentra mezclado con la parte mineral. Se observa la presencia de lombrices. El suelo da efervescencia con CIH a lo largo de todo el perfil.

Las muestras se tomaron retirando la förna y recogiendo el suelo de 0-10 cm. y de 10-20 cm. de profundidad.

Perfil núm. 2 (65102102).

Localidad: Km. 111 de la carretera nacional núm. II (Guadalajara).

Situación: A la derecha de la carretera, a unos 100 cm.

Altitud: La misma que en el perfil núm. 1.

Formación geológica: Calizas cretácicas.

Vegetación: *Quercus ilex*.

Tipo de suelo: *Terra rossa*.

Observaciones: Aparecen arácnidos.

Perfil núm. 3 (65102201).

Localidad: Hoyo de Manzanares (Madrid).

Situación: Carretera de Hoyo de Manzanares a Colmenar Viejo; kilómetro 1, a la derecha de la carretera.

Altitud: 990 metros.

Formación geológica: Granito.

Vegetación: *Quercus ilex*.

Tipo de suelo: *Tierra parda meridional* sobre substrato ígneo.

Perfil núm. 4 (65102202).

Vegetación: *Juniperus oxycedrus*.

Localidad, altitud, formación geológica y tipo de suelo: Idénticos al perfil núm. 3.

Situación: A ocho metros del perfil núm. 3.

CARACTERES ANALÍTICOS DE LOS PERFILES ESTUDIADOS.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Comparando los resultados de las tablas I y II, así como el estado del complejo adsorbente y la distribución de las fracciones húmicas representadas gráficamente en las figuras 1 y 2, se observan considerables diferencias en los diversos perfiles estudiados.

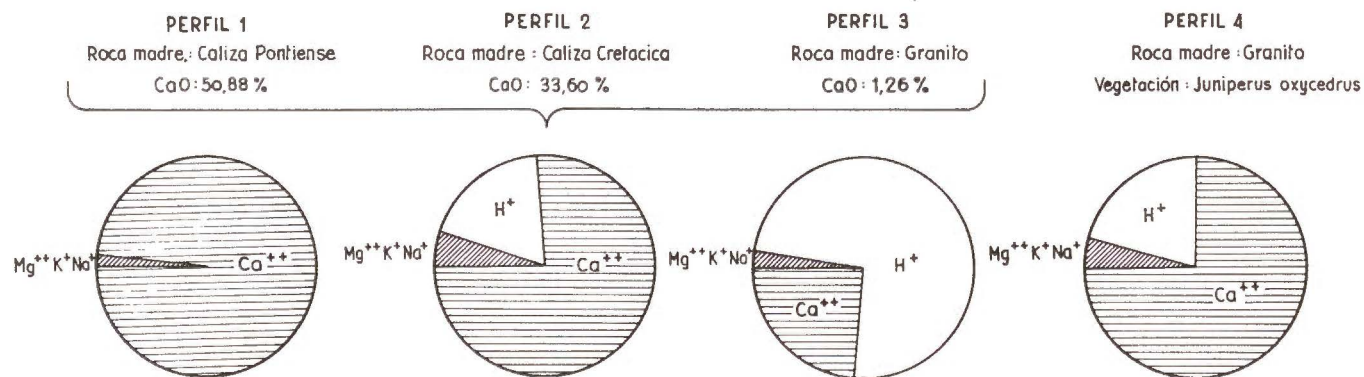
Los resultados analíticos de las fracciones húmicas se expresan abreviadamente:

A_f	= Por ciento de ácidos fúlvicos del suelo seco al aire expresado en carbono.
A_{hp}	= Por ciento de ácidos húmicos pardos.
A_{hg}	= Por ciento de ácidos húmicos grises.
% A_f	= Por ciento del carbono del humus que corresponde al C de los ácidos fúlvicos.
% A_{hp}	= Por ciento del carbono del humus que corresponde al C de los ácidos húmicos pardos.
% A_{hg}	= Por ciento del carbono del humus que corresponde al C de los ácidos húmicos grises.
$\frac{C(A_f + A_h)}{C_t}$	= Suma de los carbonos de los ácidos fúlvicos y húmicos comparada con el carbono total y expresada en por ciento (grado de humificación).

En el humus del perfil 1 (Rendsina), concurren todas las características del *Mull cálcico* (pH 7, razón C/N baja, saturación en bases, lombrices como elementos dominantes de la fauna, intensa síntesis biológica de ácidos húmicos ligados a la arcilla, etc.). La proporción de ácidos húmicos fuertemente polimerizados, íntimamente ligados a las arcillas es importante, considerablemente superior a los ácidos húmicos pardos (tabla II, figura 2). A primera vista sorprende que el grado de humificación sea más bajo en este suelo que en la *terra rossa* y en la *tierra parda meridional* (perfiles 2, 3 y 4), pero de acuerdo con Duchaufour (1963), en los suelos de rendsina hay formación precoz de un complejo arcillo-húmico calizo por la actividad de las lombrices a expensas de restos finamente divididos, pero poco transformados químicamente, y la acción «protectora» del calcio y de la arcilla frena la humificación. Con la profundidad (10-20 cm.) aumentan tanto la humificación como la polimerización, llegando a representar los ácidos húmicos grises el 88,88 % de los ácidos húmicos, y el grado de humificación, 68,64 % (tabla II).

INFLUENCIA DEL CONTENIDO EN CALCIO DE LA ROCA MADRE EN EL
ESTADO DEL COMPLEJO ADSORBENTE DEL SUELO (Profundidad: 0-10 cm.)

VEGETACION: QUERCUS ILEX



INFLUENCIA DE LA VEGETACION EN EL ESTADO DEL
COMPLEJO ADSORBENTE DEL SUELO (Profundidad: 0-10 cm.)

Fig. 1.

T A B L A I

PERFIL	VEGETACION	% CaO Roca madre	Profundidad en cm.	Complejo adsorbente (en m. e. en 100 grs.)								
				pH	H ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	V
1	<i>Q. ilex</i>	50,88	0-10	7,80	—	28,00	0,22	0,32	0,21	—	28,75	sat.
			10-20	7,30	1,18	19,25	0,15	0,12	0,33	19,85	21,03	94
2	<i>Q. ilex</i>	33,60	0-10	7,10	3,15	14,00	0,25	0,51	0,43	15,19	18,34	83
			10-20	7,35	5,90	14,50	0,21	0,12	0,17	15,00	20,90	72
3	<i>Q. ilex</i>	1,26	0-10	5,50	8,66	2,75	0,21	0,15	0,11	3,22	11,88	27
			10-20	6,35	2,75	2,50	0,19	0,15	0,21	3,05	5,80	53
4	<i>J. oxycedrus</i>	1,26	0-10	7,20	2,87	10,50	0,25	0,26	0,33	11,34	14,21	80
			10-20	5,30	5,75	1,00	0,23	0,15	0,43	1,81	7,56	24

T A B L A I I

PERFIL	Profundidad en cm.	C	N	C/N	A _f	A _{hp}	A _{hg}	% A _f	% A _{hp}	% A _{hg}	$\frac{C(A_f + A_h)}{C_t}$	A _{hg} /A _h · 100
1	0-10	4,89	0,34	14,38	1,60	0,25	0,36	32,72	5,11	7,36	45,19	59,01
	10-20	2,29	0,18	12,72	1,30	0,03	0,24	56,77	1,31	10,48	68,64	88,88
2	0-10	3,34	0,39	8,56	2,16	0,21	0,26	64,67	6,28	7,77	78,74	55,32
3	0-10	2,17	0,18	12,05	1,23	0,23	0,16	56,68	10,59	7,37	74,65	41,02
4	0-10	3,16	0,21	15,05	1,84	0,55	0,23	58,22	17,40	7,27	82,91	29,48

En el humus de la *terra rossa* (perfil 2) la polimerización de los ácidos húmicos se realiza en condiciones algo menos favorables, y el grado de humificación es más elevado, debido posiblemente a que no se verifica la formación precoz del complejo arcillo-húmico (en efecto, se observan pocos grumos) bajo la influencia de lumbrídeos (en cambio, aparecen arácnidos), no disminuyendo, por tanto, el proceso de humificación posterior. Para que pueda formarse *Mull cálcico* es nece-

INFLUENCIA DE LA RIQUEZA EN CALCIO DE LA ROCA MADRE Y DE LA VEGETACION EN LA DISTRIBUCCION DE LAS FRAC- CIONES HUMICAS (profundidad: 0-10 cm)

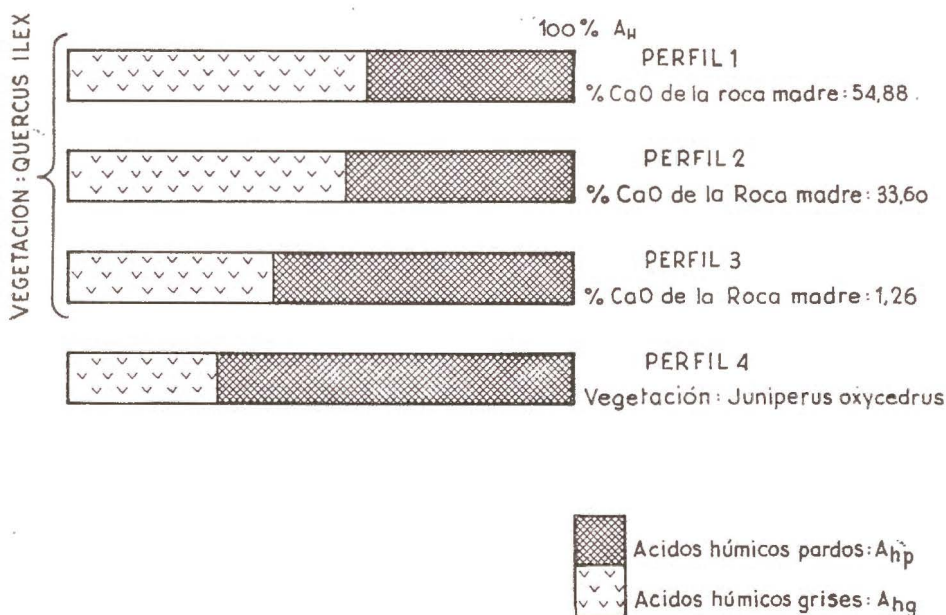


Fig. 2.

sario que se realice un contacto íntimo entre la materia orgánica y el calcio del suelo por la acción de las lombrices. La proporción en calcio ha disminuido en este suelo y las lombrices ya no son las especies dominantes en la fauna. El calcio es decisivo en el proceso de humificación cuando los demás factores que actúan en la formación del humus permanecen constantes. A la vez que activa la mineralización de la materia orgánica, favorece la polimerización, de suerte que los ácidos húmicos grises así formados son floculados y forman complejos organo-minerales estables.

Que una acumulación de materia orgánica es compatible con la pre-

sencia de sustratos ricos en calcio, como apuntara Kononova (1961), lo confirma la mayor riqueza en materia orgánica de las *rendsinas* y *terras rossas* de los páramos de calizas pontienses y cretácicas, respectivamente, en la provincia de Guadalajara, que las *tierras pardas meridionales* sobre sustrato ígneo de la provincia de Madrid.

El humus del perfil 3 es un *Mull forestal mesotrofo*, y presenta marcados contrastes al compararle con el humus de la *rendsin*a y *terra rossa*. Las características de este *Mull forestal mesotrofo* son: pH ácido, grado de saturación débil, 27, y predominio de los ácidos húmicos menos polimerizados (ácidos húmicos pardos), $A_{hg}/A_h \cdot 100 = 41,02$; la humificación es más elevada de lo que cabía esperar, en razón de las fuertes variaciones microclimáticas que se producen en altitud y que compensan desde este punto de vista la insuficiencia de bases.

Al comparar el estado del complejo adsorbente del suelo de *Quercus ilex* con el suelo de enebro, se confirma una vez más la idea ya apuntada anteriormente (Velasco y Albareda, 1965) de que existen excepciones a la regla general que considera a las coníferas más pobres en calcio que las frondosas. En efecto, de la simple observación de la tabla I y de las gráficas correspondientes a la distribución de los cationes de cambio (fig. 1), resalta la mayor capacidad de *Juniperus oxycedrus* para acumular calcio; no obstante, esta circunstancia que tanto favorece el proceso de humificación sobre la polimerización de los ácidos húmicos, no llega a compensar las desfavorables condiciones que concurren en la composición química de las hojas de las coníferas que aportan un material orgánico de partida que humifica peor que los restos orgánicos procedentes de frondosas, y por ello la razón C/N del humus de *J. oxycedrus* (15,05) es más elevada que la razón C/N del humus de *Q. ilex* (12,05), y la proporción de ácidos húmicos más polimerizados ligados a los coloides minerales (ácidos húmicos grises) es considerablemente más baja en la conífera (29,48) que en la frondosa (41,02), en relación con el contenido en ácidos húmicos totales.

Ante estos hechos, y a pesar de la conveniencia de llevar a cabo la clasificación del humus con un criterio sintético que tenga en cuenta todos los factores que influyen en el proceso de humificación, cabe la posibilidad de establecer un orden jerárquico entre ellos, y parece a la luz de los resultados obtenidos, que habrá que anteponer las condiciones intrínsecas de la vegetación, las peculiaridades en la composición química orgánica de las hojas de las diversas especies para suministrar un material orgánico de partida que humifique mejor, al contenido en calcio de esos mismos restos vegetales. No obstante, serán necesarios más datos para confirmar este aserto de una manera general.

La síntesis biológica de ácidos húmicos guarda estrecha relación con el contenido en calcio de la roca madre y con la vegetación, de suerte que se puede establecer una serie gradativa decreciente en la proporción de ácidos húmicos muy polimerizados íntimamente ligados

a las arcillas, que disminuye del perfil 1 al perfil 4 (fig. 2), aumentando inversamente la proporción de ácidos húmicos pardos del perfil 1 al perfil 4.

CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio del proceso de humificación en diversos bosques de *Quercus ilex* desarrollados sobre suelo silíceo y calizo, llegando a la conclusión de que la riqueza en calcio de la roca madre ejerce una influencia decisiva y favorable en la síntesis biológica de ácidos húmicos, cuando los demás factores permanecen constantes. A medida que disminuye el contenido en calcio del substrato, la fauna dominante de lumbrídeos es reemplazada por arácnidos, variando correlativamente el tipo de humus que pasa de *Mull cálcico* en suelo calizo a *Mull forestal mesotrofo* en suelo silíceo, empeorando los caracteres del humus.

La mayor capacidad de *Juniperus oxycedrus* (en relación con *Quercus ilex*) para acumular calcio y suministrarlo a los horizontes superiores del suelo, no llega a compensar las desfavorables condiciones que para la humificación concurren en la composición química de las hojas de las coníferas, de suerte que al establecer un orden jerárquico entre los factores que actúan en el proceso de humificación (cuando los suelos se hayan desarrollado sobre el mismo substrato), habrá que anteponer las condiciones intrínsecas de la vegetación, las peculiaridades en la composición químico-orgánica de las hojas de las diversas especies para suministrar un material orgánico de partida que humifique mejor, al contenido en calcio de esos mismos restos vegetales, de ahí que la síntesis biológica de ácidos húmicos haya disminuido considerablemente al pasar del bosque de *Quercus ilex* al bosque de *Juniperus oxycedrus*, habiendo empeorado correlativamente las características del humus.

RESUMEN

Se comprueba la favorable influencia del contenido en calcio de la roca madre en la síntesis biológica de ácidos húmicos en diversos bosques de *Quercus ilex* desarrollados sobre suelo silíceo y calizo, síntesis que decrece considerablemente al pasar del bosque de *Quercus ilex* al bosque de *Juniperus oxycedrus*. Las características del humus empeoran con la disminución de la riqueza en calcio del substrato, y cuando el bosque de *J. oxycedrus* sustituye al bosque de *Q. ilex*. Se apunta la posibilidad de que en el proceso de humificación las peculiaridades en la composición químico-orgánica de las hojas de las diversas especies ejerzan mayor influencia que el contenido en calcio de esos mismos restos vegetales cuando los suelos se hayan desarrollado sobre el mismo substrato.

BIBLIOGRAFÍA

- CHIZNEVSKI, M. G. 1932. Intensity of the decomposition of soil organic matter in relation to the type of absorbed cation. *Khimizats sotsial. Zemled.*, 7-8.
- DUCHAUFOUR, PH. et JACQUIN, F. 1963. Recherche d'une methode d'extraction et de fractionnement des composés humiques contrôlée par l'électrophorese. *Ann. Agro.*, 14 (6), 885-918.
- HERNANDO, V. y SÁNCHEZ-CONDE, P. 1954. Estudio del pH en suelos de distintas características. *An. Ed. y Fisiol. Veg.*, XIII, núm. 11, 737-766.
- IRION, W. 1951. Beiträge zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl in grossen Reihen von Pflanzanmaterial und Futtermitteln. *z. Pf. Düng. Bodenk.*, 52, 193.
- KONONOVA, M. M. 1937. The effect of exchangeable bases on the decomposition of organic matter in the soil. *Trudy pochv. Inst. Dokuchaeva*, 14.
- — 1961. *Soil Organic Matter. Its nature, its role in soil formation and in soil fertility.* Pergamon Press. Oxford.
- MEHLICH, A. 1948. Determination of cation and anion exchange properties of soils. *Soil Sci.*, 66, 429-45.
- RODE, A. A. 1927. The effect of calcium carbonate on soil. *Trudy lesotekh. Akad.*, 34.
- SCHOLLENBERGER, C. J. 1945. Determination of soil organic matter. *Soil Sci.*, 59, 53-57.
- SCHWARZENBACH, G. 1959. *Las complexonas en el análisis químico.* Ed. Atlas. Madrid.
- VELASCO, F. y ALBAREDA, J. M. 1965. Estudio de la composición mineral de diversas especies forestales del Sistema Ibérico y su influencia sobre el complejo adsorbente del suelo y sobre el proceso de humificación. XII Reunión Bienal de la Real Sociedad de Física y Química. Salamanca.

NUTRICION NITROGENADA EN EL BERSIM

por

L. JIMENO y J. M. LOZANO

SUMMARY

NITROGEN NUTRITION IN BERSEEM

The production of forage and roots of berseem in three times of forage cutting, with three rates of nitrogen fertilization has been studied.

The forage yield increases with the plant age but roots have a maximum in the second time of cutting. Only for the higher rate of nitrogen fertilization root yield increases with plant age. Nitrogen content both of forage and roots has a minimum in the second time of cutting, due to the dilution effect related to maximum rate of growth.

The higher rate of nitrogen fertilizer decreases the yields both of forage and roots; the nitrogen content in forage increases with the rate of fertilizer, but in roots the effect is not clear. Only in the third time of cutting the nitrogen content decreases with the fertilizer rate.

INTRODUCCIÓN

La fertilización nitrogenada presenta una importancia predominante dentro del campo de la nutrición vegetal en cuanto constituye una importante fuente de las proteínas indispensables, tanto para el hombre como para los animales.

En el caso particular de la fertilización nitrogenada de las leguminosas, el problema general de la respuesta de la planta a los niveles de nitrógeno aplicados se complica por la interacción con la capacidad fijadora del nitrógeno atmosférico por el rhizobium.

Son abundantes en la literatura los estudios sobre el efecto de dosis crecientes de abonos nitrogenados en la producción de forraje y raíz en las leguminosas, así como sobre sus contenidos en nitrógeno, tanto en siembras puras como asociadas con gramíneas. Los resultados hallados son contradictorios, pues mientras algunos investigadores, trabajando con distintas variedades de tréboles, obtienen rendimientos en forraje y contenidos en nitrógenos crecientes, al incrementar las dosis de fertilizantes nitrogenados (1), (10), (11), otros investigadores ob-

tienen relaciones inversas ante los factores señalados (3), (5), (8), (13). Igualmente están representados los que obtienen rendimientos máximos con dosis intermedias de nitrógeno, manifestando un efecto de campana para dosis no excesivamente elevadas (9), (12).

El efecto depresivo encuentra una explicación en la disminución de la capacidad fijadora del nitrógeno atmosférico por el rhizobium, al incrementarse los niveles de nitrógeno en el suelo, ya que se ha observado que, en general, en distintas condiciones disminuye tanto el número como el tamaño de los nódulos (2), (4), (6), (10), (11), (14).

En relación con la producción de raíces, el nivel de nitrógeno en el suelo da origen, igualmente, a resultados contradictorios, pues mientras con veza los menores rendimientos se obtienen para los niveles medios (7), con soja aumentan con el nivel de nitrógeno.

La complejidad de los factores que intervienen en estos resultados, su mutua interdependencia, etc., dificultan extraordinariamente su interpretación.

Para contribuir a la aclaración de los problemas implicados se ha planteado una experiencia estudiando el efecto de tres niveles de aplicación de fertilizante nitrogenado, en tres épocas del desarrollo del trébol alejandrino, sobre la producción del forraje y raíces, así como en sus respectivos contenidos en nitrógeno.

PARTE EXPERIMENTAL

Con objeto de estudiar los factores antes señalados, se planteó una experiencia correspondiente al sistema de parcelas subdivididas, con tres tratamientos principales (dosis de nitrógeno), para cada uno de los cuales se consideran tres épocas de corte del forraje del bersim (forraje corto, largo y heno), y con tres repeticiones en cada caso. Se utilizan tiestos Mitscherlich con 7 kg. de suelo, soportando cada uno ocho plantas y con una fertilización básica, común a todos ellos, equivalente a 500 kg/ha. de superfosfato y otros 500 kg/ha. de cloruro potásico.

Las tres dosis de fertilización nitrogenada correspondió a 10, 150 y 300 kg. de N/Ha. en forma de sulfato amónico, aplicando $\frac{2}{3}$ partes la semana antes de sembrar, y el $\frac{1}{3}$ restante tras la nascencia, cuando las plantas tenían ya 3 cm. de altura.

Todo el dispositivo experimental se colocó al aire libre, haciendo los cortes antedichos y determinando los rendimientos los rendimientos en verde del tallo y raíz, y la proporción de nitrógeno (por el método Kjeldahl) en la sustancia desecada a peso constante a 50° C. Las semillas fueron previamente inoculadas con rhizobium específico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento en forraje

En el cuadro I se presentan, ordenados por tratamientos, los pesos en gramos del forraje recogido en cada una de las tres épocas de corte, para los distintos niveles de aplicación de nitrógeno.

Épocas de corte

El rendimiento en forraje aumenta en forma clara con la edad de las plantas. Las diferencias entre las tres épocas son extraordinariamente significativas, como era lógico esperar, lo que señala la existencia de unas condiciones del suelo adecuadas para la nutrición normal de las plantas.

Nitrógeno

El efecto de la dosis de nitrógeno sobre los rendimientos en forraje origina diferencias que no llegan a ser estadísticamente significati-

CUADRO I

Rendimiento de forraje en gramos por tiesto

Cortes	Nivel de N	Bloques			Medias
		I	II	III	
1.º	1	10,2	9,1	10,6	9,9
	2	8,3	13,8	9,8	10,6
	3	6,1	6,8	6,9	6,6
	Medias	8,2	9,9	9,1	9,0
2.º	1	36,2	43,4	31,9	37,1
	2	36,6	39,0	46,4	40,6
	3	40,8	36,4	29,5	35,5
	Medias	37,8	37,6	35,9	37,7
3.º	1	77,8	50,4	52,6	60,2
	2	74,0	70,7	55,3	66,6
	3	58,6	59,0	64,2	60,6
	Medias	70,1	60,0	57,3	62,4
Medias generales		38,7	35,8	34,1	

vas. Muestra, sin embargo, unas tendencias que no dejan de presentar cierto interés y que, en líneas generales, coinciden para las tres épocas de corte; dentro de los niveles de producción, son distintos para cada una de ellas, por lo que no se pueden comparar directamente las medias generales correspondientes a cada nivel de nitrógeno.

La dosis media de nitrógeno origina los mayores rendimientos en forraje para cada una de las tres épocas de corte, aunque las diferencias de comportamiento en las distintas repeticiones disminuye notablemente la tendencia mostrada para los valores medios dentro de cada época de corte.

EPOCA DE CORTE

Epoca de corte

A diferencia del incremento del forraje con la edad de la planta, el desarrollo de la raíz alcanza su máximo en el segundo corte, para experimentar una ligera disminución en la tercera época; salvo en el caso de la dosis alta de nitrógeno en que aumenta continuamente, como puede observarse en el cuadro II.

La relación $\frac{\text{Peso } p. a.}{\text{Peso } r.}$ va aumentando (2,2, 3,0 y 6,0) para las distintas épocas; lo que señala que el desarrollo del tallo es mayor a medida que éstas avanzan.

Nitrógeno

De la misma manera que para la parte aérea, el rendimiento de la raíz con respecto a los niveles de nitrógeno sigue la misma pauta, aunque las diferencias tampoco sean estadísticamente significativas, pues el nivel tercero produce una depresión en el desarrollo de la raíz en las dos primeras épocas de corte. No ocurre así en la tercera época, en que los rendimientos obtenidos con este nivel tercero tienen un valor no alcanzado por los otros.

Esto indica que la toxicidad del nitrógeno absorbido en forma de NO_3 ha desaparecido, sin duda porque dicho nitrógeno se ha ido utilizando en el rápido desarrollo de la parte aérea de la planta, a juzgar por la disminución del contenido del suelo en nitratos (cuadro V). Por otra parte, la toxicidad del nivel alto de nitrógeno en esta época era mínimo por el aumento de la temperatura del medio.

La relación $\frac{\text{Peso } p. r.}{\text{Peso } a.}$ para los distintos valores son: para el pri-

mer corte, 2,3, 1,9 y 2,9; para el segundo, 2,9, 2,8 y 3,4, y para el tercero, 11,1, 7,0 y 3,7. Esto indica que aunque la depresión se manifiesta también en la producción de raíz (cuadro II), con el nivel tercero el transporte de nitrógeno hace que el tallo se desarrolle más con respecto al de aquélla. Esto se ve tanto en la primera época de corte como en la segunda, sin duda por afectar más a la raíz el nivel superior. No así para el tercer corte, ya que dicha relación disminuye no sólo por las razones antes citadas para el tallo, sino porque en esta época el nivel mayor da lugar a un gran desarrollo de la raíz.

CUADRO II

Rendimiento de raíz en gramos por tiesto

Cortes	Nivel de N	Bloques			Medias
		I	II	III	
1.º	1	4,6	4,7	3,6	4,5
	2	6,3	5,5	4,7	5,5
	3	2,1	2,3	2,5	2,3
	Medias	4,2	4,5	3,5	4,0
2.º	1	16,2	13,8	8,2	12,7
	2	10,4	15,1	17,0	14,5
	3	9,1	9,8	12,0	10,3
	Medias	11,9	12,9	12,4	12,5
3.º	1	6,7	6,0	3,5	5,4
	2	7,7	13,3	7,5	9,5
	3	13,5	16,1	19,8	16,4
	Medias	9,9	11,8	10,2	10,4
Medias generales		8,6	9,7	8,7	

PROPORCIÓN DE NITRÓGENO EN EL TALLO

En el cuadro III se expone la proporción de nitrógeno del forraje de bersim desecado a 50° C hasta peso constante.

Epoca de corte

Las épocas de corte no ejercen un efecto muy acusado en el contenido de nitrógeno en la parte aérea. No obstante, puede apreciarse una clara disminución al pasar del primero al segundo corte, para luego

elevarse suavemente en el tercero. La disminución inicial marcha paralelamente con la del contenido del suelo en nitratos y quizás venga acentuada por un efecto de dilución, debido al fuerte incremento de materia verde que se ha producido entre las dos primeras épocas de corte.

Entre los cortes segundo y tercero disminuye el ritmo de crecimiento y el contenido del suelo en nitratos tiende a estabilizarse, por lo que la mayor actividad de las raíces hace que el efecto global sea de un ligero aumento de la riqueza proteica de la parte aérea.

Nitrógeno

La fertilización nitrogenada se ha traducido en el incremento del contenido en nitrógeno. Puede observarse que las medias generales correspondientes a los tres niveles de fertilización nitrogenada son, respectivamente, 2,83, 2,94 y 3,10 %.

El efecto de estos niveles, como se ve en las dos primeras épocas, es más eficaz y creciente, a pesar de que las leguminosas tienen gran estabilidad en su composición.

No así en la última época, pero siempre en consonancia con los rendimientos obtenidos por el tallo, sobre el que, al parecer, no han ejercido efecto manifiesto ni en la composición ni en la producción.

CUADRO III

Proporción de nitrógeno Kjeldahl del tallo desecado a peso constante a 50° C

Cortes	Nivel de N	Bloques			Medias
		I	II	III	
1.º	1	3,22	3,06	3,09	3,52
	2	3,23	4,09	4,19	3,83
	3	3,23	4,40	4,08	3,90
	Medias	3,23	4,05	3,90	3,75
2.º	1	2,26	2,44	2,44	2,38
	2	2,32	2,77	2,24	2,44
	3	2,43	2,83	2,93	2,73
	Medias	2,33	2,68	2,54	2,51
3.º	1	2,76	2,44	2,82	2,67
	2	2,56	2,48	2,61	2,55
	3	2,50	2,73	2,54	2,59
	Medias	2,60	2,55	2,65	2,60
Medias generales		2,72	3,09	3,06	

PROPORCIÓN DE NITRÓGENO EN LA RAÍZ

Epoca de corte

El contenido de nitrógeno de las raíces presenta tendencias análogas a las observadas en la parte aérea (cuadro IV).

La observación de los valores de la relación $\frac{N p. a.}{N r.}$ nos indica que los valores correspondientes van disminuyendo, desde 1,58 para el primer corte, a 1,10 para el segundo y 1,13 para el tercero, lo que señala una absorción de nitrógeno más acentuada para la raíz que para la parte aérea.

Nitrógeno

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de este elemento en la raíz muestra una ligera tendencia a disminuir, aunque

CUADRO IV

Proporción de nitrógeno Kjeldahl de la raíz desecada a peso constante a 50° C

Cortes	Nivel de N	B l o q u e s			Medias
		I	II	III	
1.º	E	2,60	1,95	2,07	2,21
	2	2,39	2,57	2,39	2,45
	3	2,35	2,40	2,49	2,44
	Medias	2,45	2,31	2,30	2,36
2.º	1	1,96	2,48	2,17	2,20
	2	1,85	2,03	2,06	1,98
	3	1,81	2,24	2,42	2,15
	Medias	1,87	2,25	2,22	2,11
3.º	1	2,72	2,35	2,54	2,54
	2	2,46	2,09	2,21	2,21
	3	2,00	2,22	2,07	2,09
	Medias	2,39	2,22	2,27	2,29
Medias generales		2,23	2,26	2,26	

la dispersión de las repeticiones hace que esta tendencia no ofrezca significación alguna. Unicamente en la tercera época de corte se manifiesta claramente una disminución de la riqueza de la raíz en nitrógeno al aumentar la dosis de fertilizante nitrogenado, lo que es explicable por su fuerte efecto de dilución, debido al claro aumento de la producción de raíces en dicha época de corte. Esto se traduce en un claro aumento de la relación $\frac{N p. a.}{N r.}$, que pasa de 1,05 para la dosis baja de fertilización nitrogenada, a 1,13 para la media y 1,24 para la alta.

CANTIDAD DE NITRÓGENO NÍTRICO EN EL SUELO

Los contenidos en nitrógeno en forma de nitratos, existentes en el suelo a lo largo del cultivo, en cada uno de los tiestos experimentales y agrupados por épocas de corte y niveles de nitrógeno aplicados, se presentan en el cuadro V. Los niveles de nitrógeno aplicado en forma de sulfato amónico se manifiestan claramente en el contenido en ni-

CUADRO V

Contenido de nitrógeno nítrico en mg/100 gr. de suelo en los distintos tiestos en las tres épocas de corte

Cortes	Nivel de N	Bloques			Medias
		I	III	II	
1.º	1	3,5	3,3	3,5	3,4
	2	9,4	5,6	5,4	6,8
	3	10,2	11,2	8,6	10,0
	Medias	7,7	6,7	5,8	6,7
2.º	1	1,8	2,0	2,6	2,1
	2	3,2	4,3	3,6	3,7
	3	4,4	4,8	7,4	5,5
	Medias	3,1	3,7	4,5	3,7
3.º	1	2,4	2,2	2,1	2,2
	2	2,1	2,8	1,9	2,3
	3	3,8	4,0	3,6	3,8
	Medias	2,8	3,0	2,5	2,7
Medias generales		4,5	4,5	4,3	

tratos del suelo. Los fermentos nitrosos y nítricos han desempeñado su papel oxidando el amonio, poniendo de manifiesto la buena capacidad de nitrificación del suelo, pudiendo observar que cuando el nivel de sulfato amónico aplicado al principio es mayor, el nitrógeno nítrico existente después de cada corte es también mayor, siendo las diferencias originadas muy significativas estadísticamente.

Al desarrollarse la planta se observa una paulatina disminución del contenido del suelo en nitratos, a la vez que la diferencia establecida por la diferente fertilización nitrogenada se va haciendo más pequeña, sin duda por la mayor exigencia de la planta para este nutriente.

RESUMEN

Se ha estudiado la variación de la producción de forraje y raíces en tres épocas del desarrollo del bersim, en función de tres niveles de fertilización nitrogenada. El rendimiento en forraje crece con la edad de la planta, mientras que el de raíces presenta un máximo para la época intermedia de corte, salvo para la dosis alta de fertilización nitrogenada, en cuyo caso sigue igual tendencia que el forraje. El contenido en nitrógeno, tanto en la parte aérea como en la raíz, presenta un mínimo para la época intermedia de corte, correspondiente a un máximo efecto de dilución, consecuencia de su efecto de crecimiento más intenso.

La fertilización nitrogenada origina una ligera disminución de rendimiento, tanto en forraje como en raíces, al pasar de la dosis media a la alta, salvo para la raíz en la tercera época de corte. El contenido de nitrógeno crece en la parte aérea con la dosis de fertilizante nitrogenado, mientras que en la raíz el efecto es poco claro, salvo en la tercera época, en que disminuye al aumentar la dosis de nitrógeno.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) COOPER, C. S. 1957. Agr. J., 49, No 9, 473-477.
- (2) COWLING, D. W., LEIGH, J. M. y LOCKYER, D. R. 1960-62. Exp. Progr. 14. Rep. Grassl. Res. Inst. Hurley, 17-22.
- (3) DAVIES, Welsh. J. Agri., 10, 142-160.
- (4) FRAN, K. G., VÆTTS, J. R. y CARL. 1950. Gralxford. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer., 15, 234-239.
- (5) LINEHAN, P. A. y LOWE. 1960. Proc. 8th Internat. Grassl. Congr., pág. 5.
- (6) LYON, T. 1936. Cornell University. Agric. Exp. Sta. Bull., 645.
- (7) MC LEAN. 1957. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., V, 21, pág. 219-221.
- (8) O'CONNOR, K. P. 1961. Nz. J. Agric. Res., 4, No 5-6, 686-721.
- (9) RAMAGE, C. H. 1954. J. Anim. Sci., 18, No 4, 1011.
- (10) THORNTON, H. G. 1934. J. Ag. Sci., 24, 540-543.
- (11) THORNTON, G. D. 1956. Proc. Soil. and Crop. Sci. Soc., 16, 146-151.
- (12) WAGNER, R. E. 1954. J. Aro., 46, No 5, 233-237.
- (13) WILKLUND, K. 1957. Kvävegödsling och hökvaliter Vaxtaaring-Nytt, 13, No 5, 1-5.
- (14) YOUN DOROTHY, J. B. 1958. J. Brit. Grassl. Soc., 13, No 2, 106-114.

VANADIO Y LA REDUCCION DE NITRATOS EN LAS PLANTAS

I. INFLUENCIA DEL VANADIO EN LA ABSORCION DE NITRATOS

por

L. CATALINA

SUMMARY

VANADIUM AND NITRATES REDUCTION IN PLANTS

I. INFLUENCE OF VANADIUM IN THE ABSORPTION OF NITRATES

When 40 p. p. m. of vanadium are added to a nutritive solution without molybdenum, it looks as if it has no effect on the reduction of nitric-N by the plants cultivated on sand. On the other hand nitric-N absorption is enhanced by the vanadium's presence.

INTRODUCCIÓN

La participación activa del molibdeno en la reducción de nitratos y en la fijación de nitrógeno por las plantas, se ha confirmado por las investigaciones de numerosos autores.

Relacionado con el molibdeno desde el punto de vista químico, se encuentra el vanadio, elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre y en el agua de mar, y cuya presencia, tanto en animales como en las plantas, está extensamente confirmada (3 a 9, 12, 15, 19, 21, 23). El vanadio pertenece también a la serie de transición, sus grados de oxidación son similares a los del molibdeno, y sus sales poseen también señalados efectos catalíticos.

Bertrand (5) fue el primero que en sus trabajos sobre la nutrición y desarrollo del *Aspergillus niger* asignó al vanadio el papel de micronutriente esencial para su crecimiento. Posteriormente, Arnon y Wessel (2) encontraron que de 19 elementos ensayados, sólo el vanadio era capaz de favorecer el crecimiento del alga *Scenedesmus obliquus*, por lo que le consideran elemento esencial para el crecimiento de las plantas, opinión que no es compartida por otros investigadores (18).

La similitud antes citada desde el punto de vista químico entre vanadio y molibdeno, ha hecho pensar en la posibilidad de que ambos ele-

mentos puedan jugar papeles análogos en el vegetal. De aquí que se haya querido encontrar para el vanadio una función en la fijación y reducción nitrogenada similar a la ejercida por el molibdeno en ambos procesos.

Sin embargo, y hasta el momento presente, no se ha definido aún de una forma clara si el vanadio puede sustituir al molibdeno en las funciones ejercidas por éste en los citados procesos, así como tampoco si de una forma cierta desempeña algún papel fisiológico en el vegetal o, por el contrario, su existencia en las plantas es puramente circunstancial. Incluso en la fijación nitrogenada, quizás el aspecto más estudiado de la acción simultánea de ambos elementos, las conclusiones de los distintos investigadores son contradictorias (1, 11, 14).

En un trabajo anterior (10), estudiábamos la acción ejercida por el vanadio en el proceso de la germinación, encontrando que, en términos generales, concentraciones comprendidas entre 10 y 50 p. p. m. del elemento, presentaban una acción favorable sobre el mismo, así como sobre otros aspectos bioquímicos del citado proceso. Con el presente trabajo se inicia una serie de experiencias encaminadas a contribuir al esclarecimiento del posible papel del vanadio en la reducción del N-nítrico en las plantas, así como la interrelación que en lo concerniente a dicho proceso pueda guardar dicho elemento con el molibdeno.

PARTE EXPERIMENTAL

Cultivos:

El cultivo de las distintas plantas se realizó en arena previamente lavada, contenida en vasijas de plástico.

Las soluciones nutritivas utilizadas para el riego de los cultivos y su composición, fueron las siguientes:

Solución A.— Está exenta de molibdeno y constituida por: fosfato monopotásico, 0,0018 M; fosfato dipotásico, 0,0012 M; nitrato cálcico, 0,0042 M; cloruro cálcico y sulfato magnésico, 0,0011 M; nitrato magnésico, 0,001 M, y tartrato férrico, 0,005 g/litro. A esta solución se le añadió un ml/litro de otra de microelementos que a continuación se especifica, expresada en gramos por litro: ácido bórico, 0,6; cloruro de manganeso, 0,04; sulfato de cinc, 0,05, y sulfato de cobre, 0,05.

Solución A-1.—Es la propia solución A en la que su contenido en nitrato se elevó al doble.

Solución C.—Solución A adicionada de 40 p. p. m. de vanadio.

Solución C-1.—La solución C en la que el contenido en nitrato se aumentó el doble. (La elevación al doble del contenido en nitrato se

realizó a expensas del nitrato cálcico, siendo compensado el ion Ca en las demás soluciones por adición de la necesaria cantidad de cloruro cálcico.)

La metodología seguida para estos cultivos fue la siguiente:

Las semillas se hicieron germinar en la forma usual (10) y después se sembraron en la arena contenida en las vasijas de plástico. El número total de éstas se dividió en cuatro lotes de ocho vasijas cada uno, que se denominaron: lote 1-1, lote 1-2, lote 2-1 y lote 2-2. Dichos lotes se nutrieron con las soluciones A, A-1, C y C-1, respectivamente. El procedimiento se repitió de la misma forma para todas las semillas estudiadas, y que fueron las siguientes: maíz, guisante, tomate, acelga y trigo. Tras veintiún días de cultivo en las condiciones citadas, se procedió a las determinaciones analíticas.

Determinación de fracciones nitrogenadas.

La extracción de N-orgánico soluble no proteico, N-proteico y N-nítrico, se hizo de acuerdo con lo propuesto por Mulder (17). Las dos primeras fracciones se determinaron por microkjeldahl y el N-nítrico por el método de Woolley (27).

Determinación de ácido ascórbico.

El contenido en ácido ascórbico de las plantas se determinó según el método de Roe (20).

Determinación del contenido en vanadio de las plantas.

Se realizó por colorimetría directa, utilizando como reactivo, 8-oxiquinolínol en butanol-1 (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores encontrados en las distintas determinaciones analíticas se recogen en la tabla I. A la vista de ellos puede concluirse:

1.º La presencia de vanadio da lugar, en todos los casos, a un mayor contenido en las plantas en lo concerniente a la fracción del N-nítrico, ya se trate de plantas nutridas con solución de doble contenido en nitrato o de contenido normal.

2.º El aumento del contenido en N-nítrico de las plantas no tiene correspondencia con los valores hallados para las otras dos frac-

TABLA I

Contenido en fracciones nitrogenadas, ácido ascórbico y vanadio en plantas crecidas en presencia de este elemento (40 p. p. m.) y de concentraciones distintas de nitrato. (Valores medios de tres determinaciones)

Plantas	Grupo	Súb-grupo	Trata- miento	NO ₃ - %	N-órgano protéico %	N-pro- téico %	AA mg/100g	V p. p. m.
Maíz	1	1-1	Sol. A	1,2	0,5	1,9	64,0	—
		1-2	Sol. A-1	1,8	0,6	2,1	41,0	2
	2	2-1	Sol. C	2,6	0,4	2,1	24,0	34,0
		2-2	Sol. C-1	4,9	0,6	2,3	18,0	33,0
Guisante	1	1-1	Sol. A	0,7	0,9	2,0	62,0	1
		1-2	Sol. A-1	0,7	1,1	1,8	65,0	2
	2	2-1	Sol. C	1,5	1,0	1,9	46,0	2,80
		2-2	Sol. C-1	2,0	1,2	2,1	38,0	30,0
Tomate	1	1-1	Sol. A	1,5	0,5	2,0	60,0	4
		1-2	Sol. A-1	1,6	0,5	2,2	52,0	4
	2	2-1	Sol. C	1,9	0,6	2,3	50,0	27,0
		2-2	Sol. C-1	2,6	0,8	2,2	27,0	34,0
Trigo	1	1-1	Sol. A	1,3	0,8	1,5	68,0	—
		1-2	Sol. A-1	1,2	0,7	1,4	60,0	2
	2	2-1	Sol. C	2,0	0,7	1,3	30,0	33,0
		2-2	Sol. C-1	3,0	0,9	1,3	14,0	30,0
Acelga	1	1-1	Sol. A	0,8	1,0	0,7	62,0	—
		1-2	Sol. A-1	0,7	1,1	0,7	62,0	3
	2	2-1	Sol. C	1,6	1,2	0,6	49,0	32,0
		2-2	Sol. C-1	2,4	0,9	0,8	26,0	31,0

ciones nitrogenadas, N-proteico y N-orgánico soluble no proteico. Los valores encontrados en las plantas tratadas con vanadio y en las que este elemento está ausente, dispongan o no de doble proporción de nitrato, son similares, sin que de ellos pueda derivarse una correspondencia con el fuerte incremento habido en la fracción N-nítrico.

3.º) En relación al contenido en N-nítrico de las plantas, la determinación de los valores de ácido ascórbico concuerda con aquél. Los valores mínimos hallados para el citado ácido corresponden, según puede comprobarse en la citada tabla, a los máximos de contenido en N-nítrico. Estos hechos están de acuerdo con las experiencias de Virtanen (24 a 26), en el sentido de que una mayor concentración de nitrato en el vegetal trae como consecuencia una disminución en el contenido de ácido ascórbico del mismo, ya que éste participa en el proceso reductor de los nitratos actuando sobre el primer escalón del mismo, los nitritos, y no inicialmente sobre aquéllos, según proponía Lemoigne (16).

4.º) El contenido en vanadio de las plantas oscila entre cero y cuatro p. p. m., para aquellas cultivadas en ausencia del mismo, y entre 27 a 34 p. p. m., para aquellas que lo fueron en presencia del elemento.

De los hechos experimentales anteriores parece deducirse que el vanadio por sí solo no ejerce acción reductora sobre los nitratos, al menos inicialmente. Por el contrario, sí parece ejercer una acción positiva sobre la absorción de los mismos.

RESUMEN

La adición de 40 p. p. m. de vanadio a una solución nutritiva carente de molibdeno, no parece ejercer acción sobre la reducción del N-nítrico en plantas cultivadas en arena. Por otra parte, parece que la presencia del elemento sí favorece la absorción del mismo por las plantas.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada
de Cuarto. Sevilla*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALLEN, M. B. 1956. *Sci. Monthly* 83, 100/106.
- (2) ARNON, D. I. y WESSEL, G. 1953. *Nature*, 172, 1039.
- (3) BERTRAND, D. 1941. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 23, 391.
- (4) — — 1943. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 25, 194.
- (5) — — 1942. *Ann. Inst. Pasteur*, 68, 226.
- (6) — — 1950. *Bull. Amer. Museum Nat. History*, 94, 403.
- (7) BERTRAND, G. 1920. *Bull. Soc. Sci. Hyg. Aliment.*, 8, 49.
- (8) BOYD, T. C. y DE, N. K. 1953. *J. Med. Res.*, 20, 789.
- (9) CANNON, H. L. 1952. *Am. J. Sci.*, 250, 735.
- (10) CATALINA, L. 1966. *Anal. Edaf. y Agrob.* (En prensa.)

- (11) ESPÓSITO, R. G. y WILSON, P. W. 1956. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 93, 564/567.
- (12) GAUDEFROIS, G. 1955. *Chim. et Ind.*, 73, 326.
- (13) GONZÁLEZ, F. y CATALINA, L. (Pendiente de publicación.)
- (14) HOKNER, C. K., BURK, D., ALLISON, F. E. y SHERMANN, M. S. 1942. *J. Agric. Research*, 65, 173/193.
- (15) KONISHI, K. y TSUGE, T. 1933. *J. Agric. Soc. Japan*, 9, 510.
- (16) LEMOIGNE, M. 1937. *C. R. Acad. Sci.*, 204, 1041.
- (17) MULDER, E. G. 1954. *Plant and Soil*, 364/415.
- (18) NASON, A. y McELROY, W. D. 1963. *Plant Physiology*. Ed. F. C. Steward. Acad. Press. Vol. III.
- (19) NEMEC, B. 1936. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 54, 276.
- (20) ROE, J. H. 1956. *Methods of Biochemistry Analysis*. Ed. D. Glick. Vol. I, pág. 126.
- (21) TREIBS, A. 1935. *Ann.*, 517, 172.
- (22) — — 1936. *Angew. Chem.*, 42, 682.
- (23) VERNADSKY, W. J. 1924. *Rev. gen. Sci.*, 35, 5.
- (24) VIRTANEN, A. I. 1949. *Experientia*, 8, 313.
- (25) — — 1949. *Nature*, 163, 482.
- (26) — — 1949. *Z. Pfl. Ernäh.*, 45, 1.
- (27) WOLLEY, J. T. 1960. *J. Agric. and Food Chem.*, 481/ 482.

VANADIO Y LA REDUCCION DE NITRATOS EN LAS PLANTAS

II. INFLUENCIA DEL VANADIO EN PRESENCIA DEL MOLIBDENO EN EL CONTENIDO DE AMINOACIDOS LIBRES

por

L. CATALINA

SUMMARY

VANADIUM AND REDUCTION OF NITRATES IN PLANTS. II.—THE FREE AMINOACIDS CONTENTS AS INFLUENCED BY V IN PRESENCE OF Mo

When V + Mo are present together in nutritive solutions there is observed a positive action on the nitric-N reduction, and a directly correlated increase in the plants free aminoacid contents. This increase has different characteristic whether we are dealing with plants initially deficient in NO_3^- which is later added to them or with plants normally supplied with NO_3^- and to which 40 p. p. m. of vanadium is given.

INTRODUCCIÓN

En nuestro trabajo anterior se exponían los hechos experimentales, que permitían concluir la total inoperancia del vanadio, en ausencia de molibdeno, en el proceso reductor del N-nítrico. Por otra parte, los resultados de las citadas experiencias permitían además la consideración de una acción favorable de dicho elemento en la absorción del nitrato.

La presente comunicación contiene los resultados de las experiencias realizadas sobre el proceso reductor del nitrato cuando en las soluciones nutritivas se encuentran conjuntamente vanadio y molibdeno.

PARTE EXPERIMENTAL

Cultivos

Las condiciones para la germinación y siembra son las mismas que ya han sido expuestas. Como soluciones nutritivas para el riego de los cultivos, se utilizaron las siguientes:

Solución A-2: Es la solución A ya indicada (parte I), con adición de 2×10^{-5} g. de ácido molíbdico.

Solución A-3: Su contenido en N-nítrico se ha reducido en un 50 por 100 en relación al de la solución anterior.

Solución B: Es la solución A-2, adicionada de 40 p. p. m. de vanadio.

(En el caso de la solución A-3, la reducción del contenido en nitrato se realizó a expensas del nitrato cálcico, siendo compensado el ión Ca por adición de la cantidad necesaria de cloruro cálcico.)

Un número total de 32 vasijas se dividió en dos lotes de 16 vasijas cada uno, que se regaron con las soluciones A-2 y A-3, respectivamente. Transcurridos veintiún días de cultivo en dichas condiciones, cada lote se dividió en dos, cuya denominación y condiciones de cultivo a partir de este momento fueron las siguientes:

Subgrupo 1-1: Continúa nutriéndose con solución A-2.

Subgrupo 1-2: Comienza a nutrirse con solución B.

Subgrupo 2-1: Continúa nutriéndose con solución A-3.

Subgrupo 2-2: Comienza a nutrirse con solución A-2.

Durante los días 2, 4, 6 y 8 posteriores a estos nuevos tratamientos, se toman muestras de las plantas para su análisis. El mismo día 2 se analizaron también las plantas que no habrían de sufrir variación alguna en el tratamiento, durante todo el período experimental (subgrupos 1-1 y 2-1).

Determinación de aminoácidos libres

Su extracción se realizó con arreglo al método de Mulder (2) y su valoración cuantitativa según lo propuesto por Giri (1).

Determinación de fracciones nitrogenadas.

Se procedió según ha quedado expuesto anteriormente (parte I).



Determinación del contenido en vanadio de las plantas

Por el mismo método ya indicado (parte I).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se expresan a continuación corresponden como se indica a las determinaciones analíticas de los cultivos de maíz y guisantes. Resultados similares se obtuvieron en relación con las restantes plantas cultivadas.

Las tablas I, II, III y IV recogen los resultados analíticos obteni-

TABLA I

Contenido de aminoácidos (mg/g. de materia seca) de plantas de maíz cultivadas en presencia de vanadio (media de tres determinaciones)

Tratamiento	Sin vanadio	40 p. p. m. de vanadio			
Días después del tratamiento.....		2	4	6	8
Glicina... ..	Trazas	Trazas	0,4	0,7	0,8
Alanina... ..	0,1	1,3	0,9	0,9	0,8
Serina... ..	0,1	0,1	1,0	0,9	0,9
Treonina... ..	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1
Valina... ..	0,1	0,1	0,1	0,1	Trazas
Leucina... ..	Trazas	0,1	0,1	0,1	0,1
Acido aspártico... ..	0,4	1,2	0,9	0,5	0,3
Acido glutámico... ..	0,9	1,6	0,8	0,3	0,1
Arginina... ..	0,1	0,6	0,4	0,4	0,2
Acido γ -aminobutírico... ..	0,9	1,6	1,8	2,0	2,1
Glutamina... ..	0,1	2,1	1,6	1,0	0,4
Asparragina... ..	Trazas	0,1	Trazas	Trazas	Trazas
Vanadio contenido en plantas (p. p. m. de materia seca)...	0	27	30	33	31

TABLA II

Contenido de aminoácidos (mg/g. de materia seca) de plantas de guisantes cultivadas en presencia de vanadio (media de tres determinaciones)

Tratamiento	Sin vanadio	40 p. p. m. de vanadio			
Días después del tratamiento.....		2	4	6	8
Glicina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	0,4	0,6
Alanina... ..	Trazas	0,9	0,7	0,4	0,6
Serina... ..	0,2	0,6	0,6	0,9	0,9
Treonina... ..	0,1	0,4	0,1	Trazas	0,1
Valina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Leucina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Acido aspártico... ..	1,0	3,2	2,4	1,2	0,8
Acido glutámico... ..	0,3	2,1	1,6	0,9	0,2
Arginina... ..	Trazas	0,4	0,1	0,2	0,1
Acido γ -aminobutírico... ..	1,0	1,4	1,8	2,1	2,5
Glutamina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Asparragina... ..	0,2	3,6	2,9	2,2	1,1
Vanadio contenido en plantas (p. p. m. de materia seca)...	2	32	32	30	27

dos en la determinación de aminoácidos libres en los distintos subgrupos de plantas.

En dichas tablas puede verse que el contenido en los citados aminoácidos es muy diferente según se trate de plantas que han estado sometidas a un régimen deficitario de nitrato y que más tarde recibieron un suministro normal de ellos en la solución nutritiva, frente al de aquellas otras que, mantenidas con aportación normal de nitrato, recibieron más tarde, como única variación, la adición de 40 p. p. m. de vanadio.

En el primer caso, puede verse cómo la mayor disponibilidad de nitrato trae como consecuencia un aumento regular y progresivo en el contenido de aminoácidos libres. Los valores encontrados en estas plantas al final de la experiencia (día 8) nos permiten deducir, por otra parte, que el contenido en aminoácidos libres de las plantas nutridas normalmente, no habrían de sufrir variación después de los veintinueve días de cultivo.

TABLA III

Contenido de aminoácidos libres (mg/g. de materia seca) en plantas de maíz cultivadas en soluciones deficientes en NO_3^- y en soluciones corregidas con adición de nitrato (promedio de tres determinaciones)

Tratamiento	Solución deficitaria en NO_3^- 50 %	Solución corregida en NO_3^- a nivel de solución A.			
		2	4	6	8
Días después del tratamiento.....		2	4	6	8
Glicina	Trazas	0,1	0,3	0,5	0,6
Alanina	Trazas	0,2	0,3	0,5	0,9
Serina	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
Treonina	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Valina	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Leucina	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	0,1
Acido aspártico... ..	Trazas	Trazas	0,3	0,3	0,4
Acido glutámico	Trazas	Trazas	0,4	0,4	0,4
Arginina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Acido γ -aminobutírico... ..	0,2	0,6	0,6	0,9	1,3
Glutamina	Trazas	0,4	0,6	0,8	1,2
Asparagina... ..	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Vanadio contenido en plantas (p. p. m. de materia seca)... ..	1	0	0	1	0

TABLA IV

Contenido de aminoácidos libres (mg/g. de materia seca) en plantas de guisantes cultivados en soluciones deficientes en NO_3^- y en soluciones corregidas con adición de nitrato (promedio de tres determinaciones).

Tratamiento	Solución deficitaria en NO_3^- 50 %	Solución corregida en NO_3^- a nivel de solución A.			
Días después del tratamiento.....		2	4	6	8
Glicina	Trazas	Trazas	0,1	0,1	0,3
Alanina	0,1	0,4	0,4	0,4	0,5
Serina	Trazas	Trazas	Trazas	0,4	0,5
Treonina	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Valina	0,1	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Leucina	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Acido aspártico.....	Trazas	Trazas	Trazas	0,2	0,2
Acido glutámico	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4
Arginina	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Acido γ -aminobutírico	Trazas	0,4	0,7	1,2	1,5
Glutamina.....	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Asparagina.....	Trazas	Trazas	0,4	0,4	0,9
Vanadio contenido en plantas (p. p. m. de materia seca).....	2	2	1	2	0

En el caso de aquellas plantas nutridas normalmente y que más tarde recibieron el aporte de 40 p. p. m. de vanadio, el aumento en el contenido de sus aminoácidos es súbito, y, al contrario de lo que sucedía en aquéllas, dicho aumento desciende a lo largo de los días experimentales. Es evidente que el citado incremento en el contenido de aminoácidos no puede ser atribuido a otra causa que a la presencia del vanadio, toda vez que los hechos experimentales parecen demostrar que a los veintidós días las plantas han alcanzado su normal metabolismo.

Los valores correspondientes a las fracciones nitrogenadas de las plantas, según su tratamiento, se representan en las figuras 1 y 2. La fracción N-orgánico soluble no proteico concuerda en sus valores con lo anteriormente expuesto en la determinación de aminoácidos libres. En las plantas con deficiencia inicial de NO_3^- , dicha fracción aumenta a lo largo del período experimental. Por el contrario, en las plantas con aporte de vanadio, tras un brusco aumento en el primer día de su determinación, se inicia un descenso en los siguientes.

La tracción N-proteico mantiene valores normales con los encontrados para el nitrógeno orgánico no proteico.

En lo que respecta al N-nítrico, llama la atención los valores fuertemente disminuidos encontrados para aquellas plantas que recibieron la adición de vanadio. Los hechos son aún más sorprendentes si tenemos en cuenta los resultados encontrados en anteriores experiencias (par-

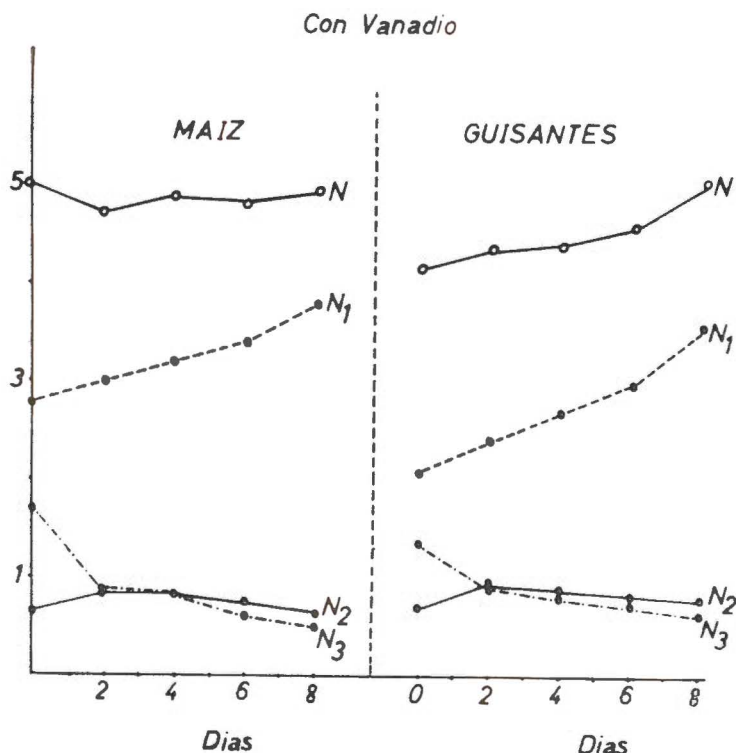


FIG. 1

Contenido en distintas fracciones de nitrógeno (%) en plantas de maíz y guisantes cultivadas en presencia de vanadio. N_1 = N-proteico; N_2 = N-orgánico soluble no proteico; N_3 = N-nítrico; $N = N_1 + N_2 + N_3$.

te I), demostrativos, a nuestro parecer, de que el vanadio, por sí sólo en ausencia de molibdeno, no ejerce acción reductora alguna sobre los nitratos. La posible aclaración de estos hechos será objeto de una nueva comunicación.

Como conclusión final de los hechos experimentales anteriormente expuestos, tenemos que admitir que el vanadio, actuando en presencia del molibdeno, refuerza la acción reductora ejercida por éste sobre el N-nítrico y como consecuencia el contenido en aminoácidos libres y N-

proteico de las plantas así cultivadas, son superiores a los de aquellas crecidas en ausencia de dicho elemento.

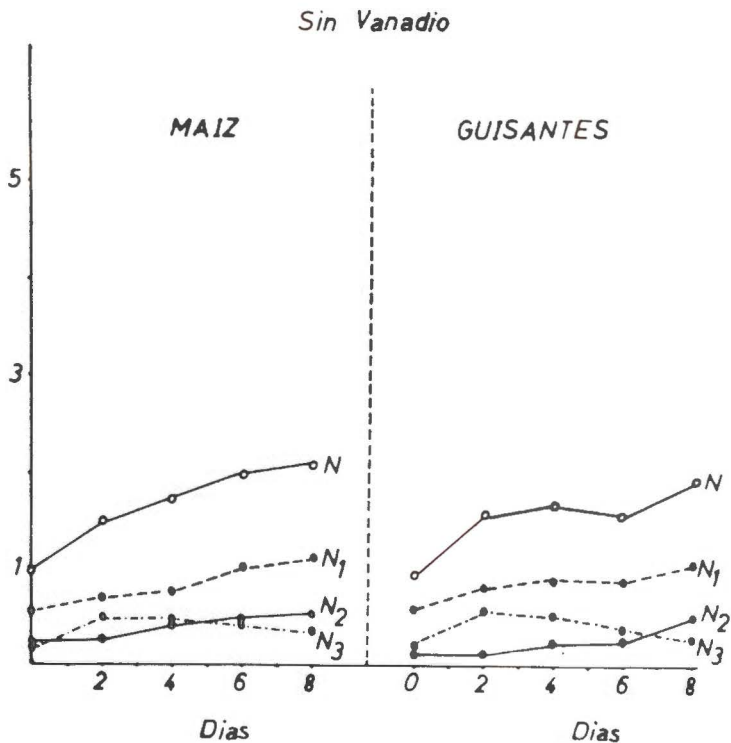


FIG. 2

Contenido en distintas fracciones de nitrógeno (%) en plantas de maíz y guisantes cultivadas en soluciones deficientes en NO_3^- y en soluciones corregidas con adición de nitratos. (Símbolos iguales a los indicados en la figura 1.)

RESUMEN

La presencia conjunta de vanadio y molibdeno en soluciones nutritivas, ejerce una acción favorable sobre la reducción del N-nitrato, con el consiguiente aumento en el contenido de aminoácidos libres de las plantas. Las características del citado aumento difieren según se trate de plantas que, deficientes en nitrato, reciben posteriormente un aporte normal de ellos, o de aquellas otras que con disponibilidad normal de nitrato no sufrieron otra variación que la adición de 40 p. p. m. de vanadio.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada
del Cuarto (Sevilla)*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GIRI, T. 1952. *Nature*, 170. 1025.
- (2) MULDER, E. G. 1954. *Plant and Soil*, 364-415.

VANADIO Y LA REDUCCION DE NITRATOS EN LAS PLANTAS

III. LA ACTIVACION EN LA REDUCCION DE LOS NITRITOS POR LA PRESENCIA DEL VANADIO

por

L. CATALINA

SUMMARY

VANADIUM AND REDUCTION OF NITRATES IN PLANTS. III.—ACTIVATION ON THE NITRITES IN PRESENCE OF V

There is an increase of the reduction of the NO_2^- absorbed from nutritive solutions when 40 p. p m. of vanadium are present. As a result of these positive action of the vanadium the proteic syntheses of those plants is enhanced. Molybdenum has no effect in these reduction process.

INTRODUCCIÓN

En los trabajos anteriores, concluíamos que el vanadio, por una parte, activaba la absorción de los nitratos por las plantas, y, por otra, comprobábamos su total ineficacia en la reducción de los mismos. Sin embargo, cuando las experiencias se realizaban nutriendo las plantas con soluciones nutritivas en las que, conjuntamente, se encontraban vanadio y molibdeno, los resultados experimentales demostraban que la reducción del N-nítrico se hallaba favorecida en comparación con la de aquellas otras plantas nutridas con soluciones que sólo contenían el segundo de los elementos citados.

La explicación de los hechos anteriores encierra dificultades si se pretende asignar a ambos elementos un papel similar en la reducción del nitrato. Por el contrario, los hechos experimentales, encontrados en nuestras experiencias, tendrían fácil justificación si separamos las acciones de ambos elementos en estadios distintos, aunque, en definitiva, y en su punto final, ambas se sumen en los resultados.

Medina y Nicholas (2) concluyen de sus estudios sobre la nitrato-

reductasa que el cofactor del enzima, responsable del paso $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$, es el molibdeno, y que la separación de este elemento trae consigo la inactivación del enzima. El enzima, no recobra su actividad a menos de que se le restituya el molibdeno separado, siendo el vanadio uno de los elementos ensayados con resultados negativos para la citada reactivación. Por otra parte, encontramos (1, 3) que en experiencias sobre fijación de nitrógeno y asimilación de nitrato por *Azotobacter*, el tungsteno funciona como inhibidor competitivo del molibdeno, sin que dicha inhibición tenga efectos sobre el vanadio. Los hechos parecen, pues, demostrar que aun cuando ambos elementos puedan tener acciones similares, sus puntos activos deben ser diferentes.

Como conclusión de las experiencias anteriores, presentamos a continuación nuevos resultados obtenidos en la misma línea de trabajo, de los que cabe deducir que el vanadio ejerce su acción reductora sobre los nitritos, tal vez como cofactor o uno de los cofactores de la nitrito-reductasa, enzima responsable de dicho proceso reductor.

PARTE EXPERIMENTAL

La germinación y siembra de las semillas se realizó de la forma usual. Las 32 vasijas de cultivo se dividieron en cuatro lotes que durante veintidós días se nutrieron con las soluciones A, A-2, C y B, cuya composición ha sido ya citada en los anteriores trabajos. Los lotes recibieron las denominaciones de lote 1, 2, 3 y 4.

Finalizado el período de veintidós días, cada lote se dividió en dos grupos que recibieron las siguientes denominaciones: subgrupos 1-1 y 1-2, subgrupos 2-1 y 2-2, subgrupos 3-1 y 3-2 y subgrupos 4-1 y 4-2.

Los subgrupos 1-1, 2-1, 3-1 y 4-1 no sufren alteración en su nutrición y continúan regándose por las soluciones A, A-2, C y B.

Los subgrupos 1-2, 2-2, 3-2 y 4-2 finalizados los veintidós días iniciales de cultivo, se riegan exclusivamente con agua bidestilada durante cuarenta y ocho horas, y al final de este período de tiempo, las plantas son sacadas de la arena, sus raíces lavadas al chorro con agua bidestilada e introducidas en las siguientes soluciones nutritivas. contenidas asimismo en vasijas de plástico:

Subgrupo 1-2: Solución A-4 (es la solución A en la que su contenido en NO_3^- ha sido reemplazado por su equivalente en NO_2^-).

Subgrupo 2-2: Solución A-5 (es la solución A-2 con la misma sustitución ya citada).

Subgrupo 3-2: Solución C-2 (solución C, en la que se efectuó la misma sustitución de NO_3^- por NO_2^-).

Subgrupo 4-2: Solución B 1 (la solución B con idéntica sustitución que las anteriores).

Los subgrupos 1-2, 2-2, 3-2 y 4-2 permanecen en estas soluciones durante dos horas, y al cabo de ellas, todas las plantas se recolectan y analizan.

Los métodos analíticos empleados en las distintas determinaciones son los mismos citados en anteriores comunicaciones. La valoración de los nitritos se realizó asimismo por el método de Woolley (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla I pueden verse los datos correspondientes a las distintas determinaciones analíticas efectuadas en las plantas. La determinación de ácido ascórbico se realizó como medio de confirmación del contenido en nitrato, y, según se expresa, sigue manteniéndose la relación inversa entre ambos contenidos.

Mientras el contenido en nitrito de las plantas pertenecientes a cualquiera de los subgrupos analizados con disponibilidad desde el principio al fin tan sólo de nitrato no puede ser detectado, en aquellos que durante cuarenta y ocho horas permanecieron en las soluciones nutritivas que contenían nitrito, aparece éste en las plantas en concentraciones muy distintas. Así, mientras las plantas de los subgrupos 1-2 y 2-2 presentan contenido en nitrito elevado, las pertenecientes a los subgrupos 3-2 y 4-2, es decir, aquellas con disponibilidad de vanadio, muestran un contenido intensamente bajo en comparación con las anteriores. Si comparamos los resultados encontrados para los grupos 2-2 y 4-2, encontraremos que la gran diferencia en el contenido en nitrito de ambos subgrupos, sólo puede ser atribuida a la presencia del vanadio, única variante en el medio nutritivo de ambos.

No obstante, cabría la posibilidad de que los hechos ocurridos fuesen, aunque en sentido contrario, similares a los encontrados en anterior experiencia (véase parte I), en la que veíamos cómo el vanadio parecía favorecer la absorción de nitrato. En este caso, y sin que ello signifique contradicción con el hecho anterior, podría aducirse una acción posible del mismo elemento y de carácter negativo respecto a la absorción del nitrito.

Sin embargo, el estudio detenido de los valores correspondientes a las fracciones del N-soluble orgánico no proteico y del nitrógeno proteico, demuestran a nuestro parecer, de forma clara, que los hechos anteriores no son una consecuencia de una disminución en la absorción del nitrito. En efecto, mientras el contenido en nitrato de los subgrupos 3-1 y 3-2 son similares, tanto la fracción proteica como la fracción N-soluble orgánico no proteico se encuentran aumentadas en aquellas plantas con disponibilidad de nitrito. Este aumento de las citadas fracciones en las plantas del subgrupo 3-2 sólo puede ser atribuido a la reducción del nitrito absorbido, cuyo contenido en dichas plantas es, se-

TABLA I

Contenido en nitratos, nitritos, N- orgánico soluble no proteico, N- proteico, ácido ascórbico y vanadio en plantas de maíz cultivadas con soluciones nutritivas diversas en presencia de vanadio, molibdeno o nitritos. (Promedio de tres determinaciones. Los resultados obtenidos en los cultivos de las restantes plantas ensayadas son similares)

Subgrupos	TRATAMIENTO	NO ₃ ⁻ (% materia seca)	NO ₂ ⁻ (% materia seca)	N-org. Sol. no prot. %	N- proteico %	Acido ascórbico (mg/190 g)	V (p. p. m)
1-1	Sol. A (sin Mo)	—	2,0	0,27	1,5	48	2
1-2	Sol. A-4 (sin Mo + NO ₂ ⁻)	0,59	1,8	0,3	1,5	67	—
2-1	Sol. A-2 (con Mo)	—	1,2	0,53	2,6	31	—
2-2	Sol. A-5 (con Mo + NO ₂ ⁻)	0,62	0,77	0,4	2,0	72	1
3-1	Sol. C (con V)	—	3,5	0,22	1,4	17	25
3-2	Sol. C-2 (con V + NO ₂ ⁻)	0,02	3,2	0,36	2,3	20	28
4-1	Sol. B (con V + Mo)	—	0,95	0,84	3,8	64	36
4-2	Sol. B-1 (con V + Mo + NO ₂ ⁻)	0,03	0,17	1,06	5,2	89	32

gún puede verse, extremadamente bajo. Por el contrario, no es posible atribuir dicho incremento a una posible reducción del nitrato, por cuanto que el contenido en el mismo de las plantas de los subgrupos 3-1 y 3-2 son similares, sin que la permanencia de cincuenta horas, de las plantas pertenecientes al segundo de los subgrupos citados, haya originado una desaparición de su contenido en nitrato, totalmente ausente durante este período, que justifique el aumento de las fracciones citadas.

Esta acción favorable sobre la reducción del nitrato no es, en cambio, ejercida por el molibdeno ni en ausencia de ambos elementos. Así, puede verse en los valores expresados en la tabla cómo las plantas sometidas a nutrición exenta de molibdeno, o de molibdeno y vanadio, presentan el contenido más alto en nitrito. Por otra parte, los valores del contenido en nitrato de las plantas pertenecientes a los subgrupos 1-1 y 1-2, así como los valores correspondientes a las dos fracciones de N-orgánico, demuestran que la ausencia de ambos elementos dificulta la reducción nítrica. Cuando las plantas disponen de molibdeno, tal reducción sí tiene lugar, como puede deducirse de los valores N-nítrico, N-orgánico soluble no proteico y N-proteico, correspondientes a las plantas de los subgrupos 2-1 y 2-2.

La presencia de ambos elementos favorece al máximo la formación, tanto de N-orgánico no proteico como la fracción proteica. Es evidente, que admitiendo la acción favorable del vanadio en la reducción de los nitritos, al disponer la planta tanto de este elemento como de molibdeno, imprescindible para la reducción del N-nítrico, aquélla se encuentra en óptimas condiciones para realizar la síntesis proteica. Los valores encontrados en estas plantas para las dos fracciones de N-orgánico son las más elevadas de toda la experiencia, en tanto que son mínimos los correspondientes al nitrato y al nitrito.

RESUMEN

Plantas mantenidas en solución nutritiva, cuyo contenido en NO_3^- se ha sustituido por NO_2^- , incrementan la reducción del nitrito absorbido cuando a dicha solución se adicionan 40 p. p. m. de vanadio. Como consecuencia de ello, la síntesis proteica se encuentra favorecida en dichas plantas. En el citado proceso reductor, el molibdeno se muestra inoperante.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada
de Cuarto. Sevilla.*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) KEELER, R. F., VARNER, J. E. 1957. Arch. Biochem. Biophys., 70, 585-590.
- (2) MEDINA, A., NICHOLAS, D. J. D. 1957. Biochem. et Biophys. Acta, 25, 138-41.
- (3) TAKAHASHI, H., NASON, A. 1957. Biochem. et Biophys. Acta, 23, 433-35.
- (4) WOLLEY, J. T. 1960. J. Agric. and Food Chem., 481-82.

ACCION NEMATICIDA DE LA UREA CONTRA *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS* COBB.

por

A. ORTUÑO MARTINEZ, J. GOMEZ GOMEZ y F. CANOVAS CANDEL

SUMMARY

NEMATICIDE ACTIVITY OF UREA AGAINST *TYLENCHULUS* *SEMIPENETRANS* COBB

It is studied experimentally in this research paper, with statistical accuracy, the nematicide activity of urea against the pathogen nematode, specifically of Citrus, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. The lethal effect on typical soils of the South East of Spain is evident with an urea dosage of 500 p. p. m., being their nematicide activity of 100 per 100, at the edaphological level of urea of 5.000 p. p. m.

The regressions and correlations obtained between nematode death and urea edaphological levels are very much significative.

From the point of view of the agronomy, the importance of urea is standing out both as nitrogen fertilizer and nematicide agent, specially for cultures of diverse specimens of the Citrus genera.

La fauna del suelo constituye, en sentido ecológico, una comunidad de seres vivos en la que cada uno ejerce su influencia peculiar, como productor, consumidor o simplificador (1).

Los nemátodos de la mayoría de los suelos son muy importantes en el conjunto de las comunidades edáficas, influyendo en el equilibrio de las mismas. Aquellos que parasitan las plantas, frecuentemente bastante específicos en sus exigencias alimenticias, han sido investigados muy ampliamente con resultados aplicados inmediatos

En los últimos años se han realizado trabajos de investigación relacionados con la acción nematicida de compuestos nitrogenados (4, 6), entre los cuales se mencionan la urea (8) y la cianamida cálcica (9, 4).

Recientemente han sido estudiadas nuevas combinaciones nitrogenadas con fines agronómicos, capaces edáficamente de una amonización y nitrificación bioquímicas progresivas, pudiendo suministrar a las plantas en cultivo nitrógeno asimilable de forma permanente, sin pérdida de éste por arrastre o dispersión en los suelos. Como consecuencia de

todas estas investigaciones, se ha introducido oportunamente la urea como fertilizante, que por su naturaleza no polar y gran solubilidad en el agua, penetra en los suelos a profundidades medias y, a diferencia del nitrógeno amónico, el ureico no queda absorbido por los coloides edáficos, en cuyas condiciones se mineraliza y queda inmovilizado bajo la forma de ión amonio. De esta manera, la urea puede asegurar en los suelos un equilibrio entre las formas de nitrógeno orgánico, amónico y nítrico (2), en momentos fisiológicos verdaderamente críticos de las plantas en cultivo.

La importancia de la urea como fertilizante y sus posibilidades nematocidas nos ha impulsado a estudiar la influencia de la misma sobre las poblaciones de nemátodos patógenos, centrando las experiencias sobre *Tylenchulus semipenetrans* Cobb., pues hemos comprobado analíticamente (5) que parasita en casi todas las plantaciones de las especies del género *Citrus* cultivadas en el Sureste español, con el consiguiente perjuicio en el desarrollo y producción de aquéllas

PARTE EXPERIMENTAL

Material y método

Suelo

Localidad: Murcia. Sector: Huerta de Santomera.

El material litológico es de formación aluvial, originándose un suelo de vega, con nivel freático a tres metros de la superficie. El terreno tiene un desarrollo medio, aunque perturbado por las labores, riegos y abonado. Es muy calizo, de textura limo, careciendo de fracción mayor de dos milímetros y de poca permeabilidad.

Por los valores analíticos especificados en la tabla I, vemos que se trata de un suelo de salinidad baja, con capacidad de cambio de cationes y poder clorosante muy elevados; de contenido muy bajo en fósforo asimilable, bajo en potasio asimilable, sodio, cloruros y sulfato cálcico, medio en materia orgánica y nitrógeno total.

TABLA I

Textura	Limo	Nitrógeno total	0.135 %
Cap. de cambio cat....	20.62 meq/100 g.	C/N	12,4
pH (H ₂ O)... ..	7.80	Fósforo asimilable... ..	0.60 p. p. m.
pH (ClK)... ..	7,25	Potasio asimilable... ..	0.80 meq/100 g.
C. E. 1:5... ..	349 μ mhos/cm.	Sodio... ..	0,74 »
CO ₂ Ca total	49.00 %	Cloruro	0.30 »
CO ₂ Ca activo... ..	20.79 %	SO ₄ Ca 2 H ₂ O... ..	0.03 %
Materia orgánica.. ..	2.90 %		

Corresponde este suelo a una zona de naranjos adultos, muy representativa de la Huerta de Murcia. En esta tipología edáfica, la hidrólisis de la urea a niveles de 500, 1.000 y 2.000 p. p. m. finaliza a las veinticuatro, cuarenta y ocho y setenta y dos horas, respectivamente (3).

Planteamiento y técnica

El suelo considerado, con elevada población nematológica, lo homogeneizamos en el laboratorio, y después de pasarlo por un tamiz de tres milímetros de luz de malla, lo distribuimos en recipientes de polietileno de 15 por 28 cms., introduciendo en cada uno 250 gramos de suelo, cantidad necesaria para el análisis nematológico, según la técnica de Seinhörst (7).

La primera experiencia la realizamos en seis lotes de 20 muestras cada uno. En cinco de ellos, ensayamos los niveles 100, 500, 1.000, 3.000 y 5.000 p. p. m. de urea, sirviendo el sexto de testigo.

La segunda parte experimental la llevamos a cabo en cuatro bloques, constituido cada uno por 32 muestras. En tres de ellos, ensayamos los niveles 1.000, 3.000 y 5.000 p. p. m. de urea, y el cuarto sirvió de testigo.

Todas las muestras edáficas se humedecieron hasta rebasar la capacidad de retención hídrica del suelo empleado.

Los análisis nematológicos los realizamos periódicamente, con intervalos de dos días.

RESULTADOS

En las tablas II, III, IV y gráficas 1 y 2, se consignan los resultados de las experiencias llevadas a cabo en el laboratorio. Una visión de conjunto confirma evidentemente que el aumento de los niveles edáficos de la urea incrementa la acción nematicida de la misma.

TABLA II

Regresión y correlación	F	b	r
Entre mortandad de nemátodos y logaritmos de las concentraciones de urea... ..	96 *	3.736	0,9847 *

* Significativo al nivel 0.1 por 100.

Gráfica 1

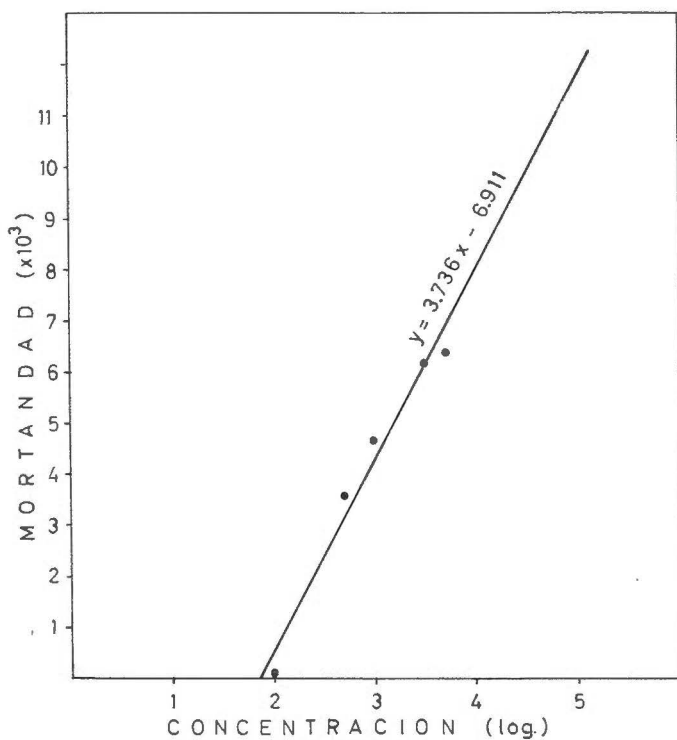


TABLA III

Poblaciones medias de nemátodos

Días	Niveles de urea en p. p. m.			Testigo
	1.000	3.000	5.000	
2	8.930	7.265	7.240	8.970
4	6.970	3.650	2.505	8.655
6	4.640	917	205	8.856
8	1.732	207	5	8.423
Descensos de población, por 100	81,6	97,6	99,9	6,0

Gráfica 2

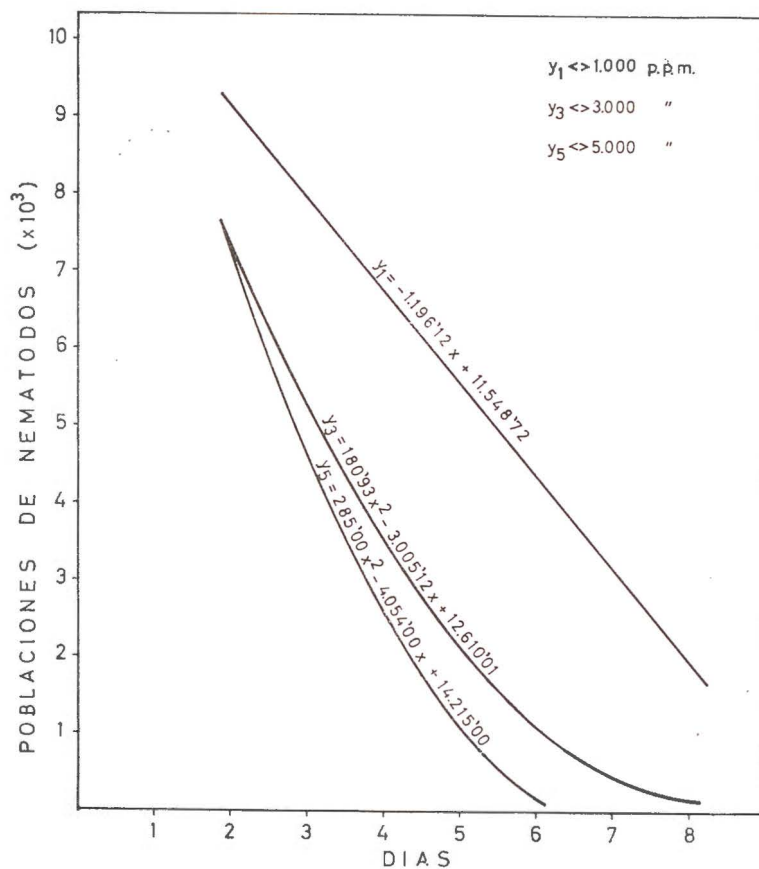


TABLA IV

*Regresión y correlación entre población de nemátodos
y tiempo*

Nivel de urea p. p. m.	F	Coefficiente de correlación
1.000	224	0.939 *
3.000	16	0.943 *
5.000	72	0.970 *

* Significativo al nivel 0,1 por 100.

Los resultados estadísticos especificados en la gráfica 1 y tabla II, demuestran la existencia de correlación lineal entre los índices de morta-

lidad de las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans* (nemátodo patógeno específico de las especies vegetales del género Citrus) y los logaritmos de las dosis de urea en suelo. También se expone la ecuación de regresión correspondiente, siendo interesante destacar que los valores de F y r son significativos a nivel de probabilidad de 0,1 por 100.

Por otra parte, se observa un ligero descenso de las poblaciones de nemátodos a los ocho días de iniciada la experiencia, en el nivel edáfico de urea de 100 p. p. m. Sin embargo, a partir de la dosis de 500 p. p. m., el índice de mortalidad de las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans*, ya comienza a ser muy elevado.

En la tabla III, resumen de la segunda parte experimental, se puede comprobar que los descensos de población, a los ocho días, son del orden del 81,6, 97,6 y 99,9 por 100, con respecto al número de individuos iniciales, para las dosis de urea consideradas, permaneciendo prácticamente invariables las densidades de población nematológica en las muestras testigo.

En la gráfica 2 y tabla IV se indican las ecuaciones de regresión con sus correspondientes representaciones gráficas, que expresan cronológicamente las disminuciones de las densidades de población nematológica actuales (poblaciones vivas), debido a las intensidades de la acción letal de los niveles de urea en suelo de 1.000, 3.000 y 5.000 p. p. m., en función del tiempo. En estas condiciones, la acción nematocida de la urea se manifiesta tanto más ostensiblemente cuanto mayor es el contenido ureico incorporado a los suelos.

CONCLUSIONES

La intensidad de la acción nematocida de la urea depende de las cantidades aportadas a los suelos.

Mediante estudio estadístico, se demuestra experimentalmente la existencia de correlación lineal, altamente significativa, entre los índices de mortalidad de las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans* Cobb., y los logaritmos de los niveles edáficos de urea.

La acción letal de la urea contra el nemátodo patógeno específico de los Citrus se define evidentemente a la dosis de 500 p. p. m., en las condiciones experimentales indicadas, alcanzando su máxima actividad nematocida, del orden del 100 por 100, en el nivel de 5.000 p. p. m.

Con fines agronómicos se destaca la importancia de la urea como nematocida en el cultivo de especies del género Citrus, independientemente de su reconocida acción fertilizante.

* * *

Agradecemos al Patronato del Fondo Nacional para el Fomento del Principio de Igualdad de Oportunidades, las becas concedidas a D. José

Gómez Gómez y a D. Fernando Cánovas Candel, cuya ayuda ha hecho posible este trabajo.

RESUMEN

En este trabajo se estudia experimentalmente, con base estadística, la acción nematocida de la urea contra el nemátodo patógeno, específico de los Citrus, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. La acción letal en suelos típicos del Sureste español es evidente a la dosis ureica de 500 p. p. m., siendo su actividad nematocida del 100 por 100, al nivel edáfico de urea de 5.000 p. p. m.

Las correlaciones existentes entre mortandad de nemátodos y niveles edáficos de urea son altamente significativas.

Bajo el punto de vista agronómico, se destaca la importancia de la urea como fertilizante nitrogenado y agente nematocida, particularmente para cultivos de especies del género Citrus.

*Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura.
Sección de Biología. Murcia.*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALVARADO, R., y SELGA, D. 1961. La fauna del suelo y su interés agronómico y forestal. *Revista Univ. Madrid*, 10, 469.
- (2) BOTTINI, E. 1960. *Atti de III Simposio Internazionale de Agrochimica*. Siviglia, 529-536.
- (3) CARPENA, O., ORTUÑO, A., COSTA, F., LLORENTE, S. 1965. Hidrólisis y nitrificación de la urea en suelos del Sureste español. *An. Edaf. Agrobiol.*, 24, 51-70.
- (4) ENO, C. F., BLUE, W. G., GOOD, J. M. 1955. The effect of anhydrous ammonia on nematodes, fungi, bacteria and nitrification in some Florida soils. *Soc. Amer. Proc.*, 19, 55-58.
- (5) ORTUÑO, A., GÓMEZ, J., CÁNOVAS, F. 1966. Distribución de las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. en las plantaciones de Citrus de la vega del Segura. (En curso).
- (6) PEACOCK, F. C. 1957. The effect of chemical treatments on root-knot nematodes in the Golod Coast. *Emp. J. Exp. Agric.*, 25, 99-107.
- (7) SEINHORST, J. W. 1956. Quantitative extraction of nematodes from soil. *Nematologica*, 1, 249-267.
- (8) TAYLOR, A. L. 1949. Chemical control of plant parasitic nematodes in the soil. *Proc. Soil Sci. Fla.*, 4, 126-140.
- (9) TODD, F. A., LUCAS, G. B., MOORE, E. L. 1950. Chemical treatment and tobacco plant bed soils for weed and disease control. *Abs. in Phytopath.*, 40, 29.

NOTAS

ASOCIACION INTERNACIONAL DE CIENCIA DEL SUELO

COMISIÓN I (FÍSICA DEL SUELO)

El Grupo de Trabajo de Europa Occidental que se ocupa de la estructura del suelo acaba de terminar con éxito la preparación del «West European Method Book on Soil Structure Determination». Esta primera edición europea comprende 600 páginas y 25 dibujos. Se describen 700 métodos de los que se utilizan en 12 países. El texto está en inglés.

La obra se ha publicado bajo la forma de hojas intercambiables que permite la inclusión de métodos modificados o nuevos con facilidad. Será puesto al día una vez por año con ocasión de una reunión del Grupo de Trabajo.

Por otra parte, el Grupo de Trabajo de Europa Central y Oriental ha acabado su obra sobre métodos de investigación en la estructura del suelo. Será publicado en alemán y ruso, y aparecerá en 1967. Se describen en él 300 métodos de trabajo.

REUNIÓN DE LA COMISIÓN II (QUÍMICA) Y COMISIÓN IV (FERTILIDAD Y NUTRICIÓN DE LA PLANTA)

Estas reuniones han tenido lugar en Aberdeen (Escocia) durante los días 5-10 del año 1966. La reunión inaugural tuvo lugar en el Cowdray Hall en la mañana del 5 de septiembre. Estaban presentes 350 personas, entre las que se encontraban 265 participantes efectivos representantes de 37 países.

Durante las siete sesiones de trabajo se discutieron los siguientes temas:

- Materia orgánica del suelo y fertilidad.
- Nitrógeno, fósforo y azufre en los suelos y nutrición de las plantas.
- Principios de la experimentación en las relaciones suelo-planta.
- Cationes principales en los suelos y extracción por las plantas.
- Difusión y desplazamiento de los elementos nutritivos en los suelos.

Sobre estas cuestiones se presentaron 37 comunicaciones completas y 44 resumidas.

El programa de la reunión incluyó una excursión y visitas al Macaulay Institute y a la Craibstone Experimental Farm. Se completó con diversos actos sociales y una visita al norte de Escocia.

COMISIÓN III (BIOLOGÍA DEL SUELO)

El Comité de Zoología del Suelo ha celebrado un Coloquio sobre «Dynamics of Soil Ecology» en Braunschweig-Völkenrode, durante los días 5-10 de 1966.

Asistieron 118 personas representando 20 países.

Los temas tratados fueron los siguientes:

- Cuestiones fundamentales y de método.
- Suelos tropicales y subtropicales.
- (Meso) Artrópodos.
- Comunidades de microartrópodos.
- Bacterias, hongos y otros microbios.
- Comunidades de oligoquetos.
- Comunidades del suelo influenciadas por la actividad del hombre.

Sobre esta Reunión publicamos una nota del representante español en la misma, Sr. Alvarez, del Instituto de Edafología.

NOMENCLATURA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Introducción.—Con ocasión de verificarse la reunión para estudiar la carta de los suelos FAO/UNESCO del proyecto mundial, que ha tenido lugar en Moscú del 19 al 27 de agosto de 1966, el coordinador de la carta mundial, Dr. R. Dudal, ha llamado la atención sobre la confusión que existe e incluso sobre las diferencias derivadas en lo que concierne a la nomenclatura de los horizontes del suelo. Sugirió que los problemas de standarización de esta nomenclatura sean estudiados a escala mundial. Esta sugestión ha sido adoptada y reenviada a la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

En consecuencia, la propuesta que ha sido presentada sigue a la Reunión General de la Comisión V, adoptándose la resolución siguiente:

Resolución: En la 5.^a reunión sobre el proyecto de carta mundial de suelos FAO/UNESCO, se ha sugerido que la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo se ocupe de las etapas necesarias para impulsar, y si es posible asegurar, la standarización internacional de la nomenclatura de los horizontes, así como también las de las propiedades y características de los suelos. Con esta finalidad, se ha propuesto que la Comisión V pida al Secretario General sea reactivado el Comité de Nomenclatura, que fue constituido con las Sociedades Nacionales, para que

éstas informen acerca de los sistemas de nomenclatura utilizados en cada país. Las informaciones recogidas servirán de base para una nomenclatura internacional aceptable. El proyecto será presentado por la Comisión V una vez realizado con ocasión del 9.º Congreso Internacional de Ciencia del Suelo que se celebrará en Adelaida (Australia) en 1968.

Una cooperación por parte de la UNESCO y la FAO se interesa por la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo, con el fin de alcanzar el objetivo propuesto.

Esta resolución ha sido adoptada por unanimidad.

SUBCOMISIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR SALINIDAD

En septiembre de 1964 el Consejo de la ISSS, en reunión celebrada en Bucarest, aprobó la reactivación del Comité de suelos salinos. Fue nombrado Presidente de este Comité el Dr. I. Szabolcs, Director del Instituto de Investigaciones de Ciencia del Suelo y Química Agrícola de Budapest. Se acordó dar nueva denominación al Comité: «Subcomisión de Suelos afectados por la salinidad», así como potenciar al máximo los trabajos en este importante campo de la investigación.

Fue nombrada una Directiva de la Subcomisión según la composición siguiente:

C. A. Bower, Director U. S. Salinity Laboratories Riverside, Cal, U. S. A.

V. Egorov, Director Dokuchaev Soils Instituto, Moscow, URSS.

M. M. Elgabaly, Profesor of Soil Science Univer. of Alexandria, UAR.

S. V. Govinda Rajan, Chief Soil Survey Officer Indian Agr. Research Institute, New Delhi, India.

J. A. K. M. Skene, Senior Soils Officer, Dpt. of Agriculture, Melbourne, Australia.

Se ha propuesto que la 1.ª reunión de la Subcomisión, sobre el tema restauración y utilización de suelos sódicos, sea organizada por la American SSR, en octubre de 1967.

COLOQUIO SOBRE LA METODOLOGÍA EN BIOLOGÍA DEL SUELO

El Coloquio anual de la Sección de Microbiología del Suelo de la Sociedad francesa de Microbiología, ofrecerá en 1967 una forma particular. En efecto, la UNESCO organiza, en el cuadro del programa biológico internacional, en mayo de 1967, un coloquio francés (con participación internacional), sobre el tema general «Metodología en Biología del Suelo».

Por razones prácticas, la Sociedad francesa de Microbiología prefiere asociar su coloquio al de la UNESCO, donde la microbiología se encuentra situada, en 1967, en el cuadro más amplio de la biología del suelo.

CONSEJEROS

Por haber pasado como Consejero de Número del Patronato «Alfonso el Sabio» al Patronato «Alonso de Herrera», también ha pasado de Vocal del Consejo Técnico del primero de dichos Patronatos al segundo, don Francisco González García, Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, Sevilla.

II COLOQUIO EUROPEO DE DIAGNOSTICO FOLIAR Y FERTILIZACION DE LOS CULTIVOS

A petición del Delegado español en el Comité Permanente de este Coloquio, don Francisco González García, se celebrará en Sevilla, debidamente autorizado por el C. S. I. C., en el mes de septiembre de 1968, el II Coloquio Europeo de Diagnóstico Foliar y Fertilización de los Cultivos.

SIMPOSIO DE AGROQUIMICA

Se ha autorizado la celebración en Salamanca, en el mes de junio del año 1968, del «Simposio Internacional de Agroquímica», a propuesta del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

CURSILLO REGIONAL DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA

Organizado por el Centro Pirenaico de Biología Experimental y autorizado por el Consejo Ejecutivo del C. S. I. C., tendrá lugar en Jaca (Huesca) este Kursillo Regional durante el mes de julio de 1967.

CENTROS

La División de Ciencias, de conformidad con la propuesta del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, ha aprobado la creación en el mismo de una Sección de Zoología Aplicada, nombrándose Jefe de la misma a don Andrés de Haro Vera. También ha aprobado la constitución de un Laboratorio de Geografía Económica, nombrando Jefe del mismo a don Angel Cabo Alonso.

Ha sido nombrado Secretario de la Estación Agrícola Experimental de León a don Jesús Rodríguez Guedas.

VI SIMPOSIO INTERNACIONAL DE QUIMICA AGRICOLA

Del 5 al 10 de septiembre ha tenido lugar en Villa Monastero-Varenna (Italia), el VI Simposio Internacional de Química agrícola sobre el tema: «Transporte de la molécula orgánica en las plantas».

Asistieron unos 100 participantes pertenecientes a las naciones siguientes: Alemania, Bélgica, España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Inglaterra, Portugal, Rusia y Suiza.

Pronunciaron interesantes conferencias los Profesores: Rotini, de la Universidad de Pisa; Kursanov, de la Academia de Ciencias de Moscú; Metcalf, de la Universidad de California; Brian, de la Universidad de Glasgow; Audus, de la Universidad de Londres; Baldacci, de la Universidad de Milán; y Flaig, del Instituto de Bioquímica de Braunschweig.

Por España asistió el Profesor D. Octavio Carpena Artés, Catedrático de Química Agrícola de la Universidad de Murcia y Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura y los Dres. don Simón Navarro Blaya y D. Francisco Costa Yagüe, pertenecientes a este Centro del C. S. I. C. El Profesor Carpena expuso el trabajo titulado: «Influencia del hierro y manganeso en la formación y evolución de clorofilas y carotenoides en Citrus».

También participó el Profesor D. Francisco Lucena Conde, Catedrático de Química Analítica de la Universidad de Salamanca y Director del Centro de Edafología y Agrobiología de Salamanca, y el Dr. don Luis Sánchez de la Fuente, perteneciente a este último Centro del C. S. I. C. El Dr. Sánchez de la Fuente presentó la comunicación «Determinación del equilibrio mineral en la planta mediante la espectrofotometría de pigmentos orgánicos».

Intercaladas con las sesiones del Congreso, se efectuaron excursiones a Milán, Lugano, Varese y Como, realizándose visitas a diversos Centros de Investigación.

Particular interés tuvo la visita al Centro de Hortofrutifloricultura de Varese, en el que se pudo apreciar, junto a sus amplias y modernas instalaciones, la gran labor que viene realizando dicho Centro tanto desde el punto de vista formativo como de asesoramiento a los agricultores de la Región.

XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA

Del 15 al 20 de agosto se celebró en la Universidad de Maryland (Estados Unidos) el XVII Congreso Internacional de Horticultura, en el que intervinieron 2.000 congresistas.

Por España asistieron el Profesor Ernesto Vieitez, Director del Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia; el Dr. Miranda, Profesor de Horticultura de la Escuela de Ingenieros Agrónomos, y el Dr. Cardús, del Departamento de Edafología de Barcelona.

El número de comunicaciones científicas presentadas al Congreso fue de 710, distribuidas en catorce secciones. Los trabajos fueron agrupados según los temas siguientes: Mejora de frutales. Control químico del crecimiento. Floración, fructificación y senescencia. Modificación de las plantas por mecanización. Virus y plantas horticolas. Nutrición de fru-

tales. Mejora de hortalizas. Herencia citoplasmática. Heterosis. Control de crecimiento y floración. Cultivos hidropónicos. Plantas leñosas. Endurecimiento y reposo. Plantas ornamentales. Nutrición. Absorción. Métodos. Virus. Ecología y adaptación. Producción floral. Estimulantes y retardantes de crecimiento. Fotoperiodismo. Luz y temperatura. Propagación de plantas herbáceas y leñosas. Fisiología. Herbicidas. Plantas tropicales y subtropicales, mejora, selección y cultivo, etc.

El Profesor D. Ernesto Vieitez tomó parte activa en el Congreso, presentando y sometiendo a discusión los trabajos titulados, respectivamente: «Compounds isolated from *Platanus orientalis* L. and their growth promoting activity» y «Seasonal rhythm of *Salix atrocinerea* Brot». Autores del primero son los Dres. Vieitez, Seoane, Gesto, Vázquez, Mato, Méndez y Carnicer. Los autores del segundo trabajo presentado son los Dres. Vieitez y Peña. El segundo de los citados trabajos llamó notablemente la atención, motivando la intervención de nueve delegados que durante veinticinco minutos hicieron preguntas relacionadas con el tema expuesto.

CONGRESOS, REUNIONES INTERNACIONALES Y BECAS

Por la División de Ciencias se han concedido las autorizaciones al personal investigador que se menciona para asistir a las reuniones que se citan en cada caso, o para que puedan disfrutar las becas concedidas. Este personal científico pertenece a diversos Centros del Instituto Nacional de Edafología o Centros afines.

Don Manuel Mendizábal Villalba, Director del Instituto de Aclimatación de Almería, ha asistido en Mónaco durante el mes de septiembre, al Coloquio Internacional sobre Alimentación de Plantas.

Don Manuel Chaves Sánchez, Vicedirector e Investigador Científico del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, de Sevilla, se ha trasladado a Francia y ha asistido a la Reunión del Comité Internacional del Instituto Europeo para el Estudio de Técnicas de Análisis Foliar celebrado en París.

Don Ramón Vicente Jordana, Investigador del Instituto «Jaime Ferrán», se ha desplazado a Checoslovaquia para corresponder a las invitaciones recibidas, pronunciando una conferencia en Brno, sobre «Taxonomía de Bacterias» y permaneciendo en Praga como Consultor del Instituto de Botánica Experimental de dicha ciudad.

El mismo Investigador, por enfermedad del Profesor Vilas, ha asistido en Londres a los Actos Conmemorativos del 75.º Aniversario de la creación de «The Lister Institute of Preventive Medicine, University of London», llevando la representación de distintos Organismos del C. S. I. C.

Don Claudino Rodríguez Barrueco, pensionado por el British Council, realizará en el Departamento de Botánica de la Universidad de Glasgow un trabajo de investigación bajo la dirección del Prof. Bond, sobre «Fijación del nitrógeno con plantas no leguminosas».

Don Juan Ramón Vericad Corominas, Becario del Centro Pirenaico de Biología Experimental de Jaca, con una beca de intercambio, llevará a efecto en Bonn (Alemania) un estudio sobre material y bibliografía existente en el Zoologisches Forschungsinstitut and Museum A. Koe-rig, bajo la dirección de los Profesores Niethamer y Wolf.

Dña María Sánchez Camazano, Colaborador Científico del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, realizará en el Instituto de Edafología y Biología Vegetal, bajo la dirección del Dr. Alonso Pascual, un estudio de arcillas al microscopio electrónico.

Don Benito Valdés Castrillón, Ayudante Científico actualmente en Liverpool, continuará realizando en el Departamento de Botánica de dicha Universidad, bajo la dirección del Profesor V. H. Heywood, el trabajo que venía realizando, para lo cual se le ha autorizado la prórroga de estancia.

Don Felipe Lucena Conde, Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, ha asistido en Varenna (Italia) a las reuniones del VI Simposio Internacional de Agroquímica. A esta reunión ha asistido también el Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, D. Octavio Carpena Artés. En otra parte de estas notas damos información más extensa sobre este Simposio.

REUNION DEL «COMITE PERMANENTE DE LOS COLOQUIOS EUROPEOS Y MEDITERRANEOS SOBRE EL CONTROL DE LA ALIMENTACION DE PLANTAS CULTIVADAS»

Esta Reunión tuvo lugar en París, el día 18 de mayo, en la sede del Office International de la Vigne et du Vin. Tomaron parte en ella representantes de Bélgica, Suiza, España, Alemania y Francia. Por España asistió el Dr. D. José Martín Aranda. El Prof. D. Francisco González García no pudo asistir por haber fallecido su esposa unos días antes. El primer acuerdo de la Reunión fue hacer llegar al Profesor González García el testimonio de su sentimiento. A continuación se aprobó que el próximo Coloquio se celebre en Sevilla en la primera quincena de septiembre de 1968. Para este segundo Coloquio fue designado Comisario General el Profesor González García, Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Seguidamente se estudiaron los demás asuntos del orden del día: Constitución de un Comité permanente que fijará su sede en Montpellier y del cual será Secretario permanente M. Levy y la relación del Comité con los Coloquios Internacionales.

COLOQUIO DE LA DINAMICA DE LAS BIOCENOSIS DEL SUELO

Se celebró este Coloquio en Braunschweig-Völkenrode, del 6 al 9 de septiembre, con la participación de 133 congresistas, que representaban

los siguientes países: Austria, Alemania occidental, Bélgica, Checoslovaquia, Dinamarca, España, Francia, Holanda, Hungría, Inglaterra, Italia, Rusia, Suecia, Nigeria, Sudáfrica, Egipto, Japón, Pakistán, Canadá y Estados Unidos.

Por España asistió el Dr. D. J. Alvarez, del Instituto de Edafología.

Los temas que se trataron en el Coloquio fueron los indicados en la segunda página de estas NOTAS. Además de la comunicación que presentó el Dr. Alvarez, nuestro investigador dio lectura a un trabajo de la investigadora española Dra. Selga.

Las visitas a Museos y las excursiones fueron del más alto nivel científico.

CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL SEGURA

El Ayudante Científico del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, D. Antonio Lax Muñoz, ha permanecido en la Lantbrukshögskolan, Uppsala (Suecia) durante diez meses trabajando bajo la dirección del Prof. Dr. Lambert Wiklander, especialista en cambio iónico en suelos.

En la labor realizada destacan los estudios de cationes cambiables y solubles, en suelos, con determinación de coeficientes de actividad de los mismos, sobre muestras procedentes de la región de Lanna (Suecia); e influencia del grado de saturación de calcio sobre la adsorción de cationes en suelos, realizados sobre muestras procedentes de Elinelund y Ultuna (Suecia).

Esta labor se ha desarrollado con vista a la aplicación de técnicas y experiencias, en suelos calizos del Sureste español, donde predominan porcentajes elevados de carbonato cálcico.

Asimismo ha trabajado en Radioquímica, estudiando la retención de Sr^{90} y de Cs^{134} en columnas de suelo, para su aplicación en agricultura.

Los resultados obtenidos se están preparando para su publicación.

IV REUNION DEL GRUPO ESPAÑOL DE SEDIMENTOLOGIA

Tuvo lugar en Oviedo del 5 al 8 del pasado mes de octubre. La organización, si bien estuvo fundamentalmente encomendada al equipo de la Cátedra de Estratigrafía de la Universidad y Sección de Estratigrafía del C. S. I. C. en Oviedo, contó con la más amplia colaboración no sólo de todas las Secciones de Ciencias Geológicas de la Universidad y de los Organismos Oficiales de que la citada Cátedra y Sección depende, sino también de todas las Autoridades locales y provinciales de la ciudad de Oviedo.

El número de asistentes fue de 116 ; además del Grupo español, asistieron: dos geólogos alemanes, dos belgas, tres franceses y uno italiano.

La sesión inaugural tuvo lugar en el Paraninfo de la Universidad de Oviedo, bajo la Presidencia del Rector Magnífico de la Universidad, Profesor D. José Virgili Vinadé, acompañado del Prof. D. Angel Hoyos de Castro, Secretario de la División de Ciencias de C. S. I. C. ; del Profesor D. Oriol Riba, Presidente de la Asociación, y de las autoridades provinciales y locales de Oviedo.

El número de comunicaciones científicas presentadas fue de 45. Siguiendo el criterio que va a utilizarse en el próximo Congreso Internacional de Sedimentología, estas comunicaciones se dividieron en seis grupos: 1.º Mineralogía de Sedimentos ; 2.º Procesos Físicos y Químicos ; 3.º Técnicas de estudio aplicadas a las series sedimentarias ; 4.º Facies sedimentarias ; 5.º Cuaternario, y 6.º Diversos.

Mención aparte merece la conmemoración religiosa celebrada en Memoria del que fue promotor de esta Reunión y Presidente de Honor del Grupo, D. José María Albareda.

Se llevó a cabo una excursión por la región occidental y central de Asturias, a lo largo de la cual se estudiaron alguno de los múltiples problemas que plantean las series sedimentarias que constituyen el subsuelo asturiano.

La sesión de clausura se celebró en la Facultad de Ciencias de Oviedo, bajo la Presidencia del Sr. Decano, Profesor D. Siro Arribas, y del Profesor Oriol Riba, Presidente del Grupo, y con asistencia de la mayor parte de Miembros del Comité del Grupo Español de Sedimentología ; con éstos ocuparon también la Presidencia del acto, el Profesor don Luis Solé Sabarís, de la Universidad de Barcelona, y los Profesores D. Luis C. García de Figuerola, D. Jaime Truyols y D. Manuel Julivert, de la Sección de Geológicas de la Universidad de Oviedo.

Se acordó que la próxima Reunión, que tendrá lugar el año 1968, fuera organizada conjuntamente por los Profesores D. Oriol Riba, de Zaragoza, y D. Julio Rodríguez, de Pamplona. En la obligada renovación de la Junta Directiva, se eligió como Presidente a la Dra. Srta. Carmina Virgili Rodón, que hasta la fecha ostentaba el cargo de Secretario, y pasan a ocupar el cargo de Secretario y Vicesecretario, los Profesores D. Julio Rodríguez y D. Oriol Riba.

Quizá una de las conclusiones más importantes de la Reunión, fue el acordar una serie de temas, que actuarían como centro de atención principal, tanto para la próxima Reunión del Grupo Español, como para la presentación de trabajos previstos para el próximo Congreso Internacional, y que son: 1.º Cuaternario Continental y Marino ; 2.º Terciario Continental ; 3.º Paleógeno marino ; 4.º Facies Flysch, y 5.º Facies de Borde de la Meseta.

SECOND LATIN AMERICAN SOIL BIOLOGY CONGRESS

FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA MARIA. SANTA MARIA, RGS, BRAZIL.
SPONSORED BY THE SCIENTIFIC COOPERATION CENTER OF UNESCO IN
LATIN AMERICA (MONTEVIDEO) AND THE FEDERAL UNIVERSITY OF
SANTA MARIA. JULY 10 TO 15, 1967

Official Program

July 10 — Monday

- 4.00-6.00 P. M.: Participants' registration in the hall of the UFSM
Headoffice Building at Rua Floriano Peixoto, n.º 1184.
8.00-9.30 P. M.: Opening Session.

July 11 — Tuesday

Part I. Basic Research (Static Sciences).

2.00-12.00 A. M.: Plenary Sessions (Conference Hall).

1st. Conference: «The Rizobacters and their Economical Importance».

2nd. Conference: «Mesofauna, its Importance in Soil Fertility».

3rd. Conference: «Bio-Geography of the Soil».

2.30-6.30 P. M.: Work of Sections.

Auditorium A: Section of «Ecology of Micro-organism in the Soil».

Auditorium B: Section of «Ecology of the Soil Animals».

Auditorium C: Section of «Bio-Geography».

July 12 — Wednesday

9.00-11.30 A. M.: Work of Sections.

Auditorium A: Section of «Vegetal Parasites and their Ecology»
(mesofauna, insects, fungus, bacteria, virus).

Auditorium B: Section of «Organic Material (humus and its derivatives) and his micro-meso-life».

Part II. Synthetical Research (Dynamic Sciences).

2.30-6.30 P. M.: Work of Sections.

Auditorium A: Section of «Soil-plant Relationship».

- 1) Pedo-genesis and Vegetation.
- 2) Agricultural Crops, their influence upon the soil, and its life.
- 3) Grassland manegement, its influence on soil and micro-life.
- 4) Vegetation as the Expression of the biophysical soil conditions.

Auditorium B: Section of «Soil Biocenosis and Plant Nutrition».

- 1) Micro-organisms and Vegetal Nutrients.

- 2) Biological Factors which Improve Absorption.
- 3) The Mutual Influence of Plants, Micro-organisms and Meso-fauna of the Rizosphere.

- 4) Plant Pests and Plant Nutrition.

Auditorium C: Section of «Integral Ecology: Soil-micro-organisms-plant-climate».

- 1) Plant Societies, reciprocal relationship between Micro and Meso-life.
 - 2) Dynamics and Reciprocal relationship of the Plant Associations of the «Standort».
 - 3) Soil hydrologic regime depending on Micro and Meso-life.
 - 4) Plant Pests and its relationship to the Micro and Meso-life.
- 8.30 P. M.: Plenary Session (Conference Hall).
Film Projection: «The Soil Life».

July 13 — Thursday

9.30-12.00 A. M.: Plenary Session (Conference Hall).

1st. Conference: «Edaphic Development and its relationship to Natural Vegetation and Crops».

2nd. Conference: «Vegetal Pests and their relationship to Plant Nutrition».

3rd. Conference: «Pesticides and Herbicides, their Ecological Effect».

2.30-5.00 P. M.: Work of Sections.

Auditorium A. Section of «Biological Recovery of Deteriorated Soils» (Biological Structure of Soil and Hydrologic Regime).

- 1) The Biological Fight against Erosion.
- 2) The Active Soil Structure, its recuperation and conservation.
- 3) The Nutritional Value of Crops from «active» and «inactive» Soils (active and inactive in relation to micro-life).
- 4) Floods and Droughts in the dependance on the active soil structure (infiltration and water stable aggregates).

Auditorium B. Section of «Methods of Micro and Meso-life Soil Management».

5.00-6.30 P. M.: Plenary Session (Conference Hall).

Conference: «Importance of Active Soil Structure in Human History».

July 14 — Friday

9.00-11.30 A. M.: Table Round.

12.00 A. M.: Barbecue offered by the UFSM.

3.00 P. M.: Visit to the University Campus in Camobi

8.00 P. M.: Concert.

July 15 — Saturday

7.00 A. M.: Bus Excursion at the High land.

BIBLIOGRAFIA

Sixth International Congress for Electron Microscopy. Kyoto (Japón), 28 agosto-4 septiembre 1966. Vol. I: *Non-Biology*; vol. II: *Biology*.

No se nos ocurre juzgar sobre los numerosos trabajos seleccionados y presentados en estos dos volúmenes, que constituyen la publicación correspondiente al VI Congreso Mundial de Microscopía Electrónica, pero sí queremos destacar algunas cifras y datos que muestran el auge creciente con que viene desarrollándose la microscopía electrónica desde aquel lejano primer Congreso de París (14-22 de septiembre de 1950).

Señalemos ante todo la rapidez y calidad de la edición, de la que podemos decir, a tenor de lo observado en un trabajo propio, que no desmejoró la parte gráfica.

Para estos resúmenes amplios, cada autor dispuso de dos páginas; y así, el volumen I presenta 325 «abstracts» y el volumen II 394. Se integran como sigue: Para el primero, dos grandes líneas: óptica electrónica y diseño instrumental (págs. 19 a 284), y aplicaciones (págs. 285-650); el segundo volumen reúne todos los trabajos en un epígrafe: técnicas biológicas y aplicaciones (788 páginas).

Naturalmente, en ambos casos el variado campo de aplicación de las técnicas de microscopía electrónica hace que se agrupen las investigaciones bajo las siguientes denominaciones:

Conferencias generales, imágenes de alta resolución, difracción de electrones, análisis de energía, microscopios electrónicos de voltaje elevado (normalmente de 500 KV en adelante), cañón de electrones, aberraciones de las lentes, lentes superconductoras, microscopios de vacío ultraelevado, cámaras, microscopios y accesorios, microscopios de «scanning», microscopios de superficie (reflexión), microscopios de emisión de campo, instrumentos relacionados y técnicas físicas; en aplicaciones: dislocaciones en procesos de deformación, efectos de la radiación, precipitaciones y recristalizaciones, transformaciones en fases, microfractografía, crecimiento de cristales, reacciones de superficie y estructuras superficiales, partículas coloidales, polímeros, *minerales*, semiconductores, estructuras básicas y varios.

Por su parte, el volumen II abarca los temarios siguientes: técnicas biológicas, ultramicroradiografía, citoquímica, biomacromoléculas, bacterias, plantas y virus de insectos, RNA vírico, DNA vírico, tumores, microorganismos 1 (protozoos), microorganismos 2 (bacterias, hongos y algas), células de plantas y fitopatología, núcleo, mitocondria y plástidos, membrana protoplasmática, funciones celulares, tejido nervioso,

órganos sensoriales, órganos endocrinos, tejido conjuntivo, sistema respiratorio y digestivo, páncreas e hígado, sistema reproductivo, sistema urinario, músculos, células sanguíneas, patología, neoplasmas, suplementos.

Con la enumeración precedente, se comprende bien el empleo cada vez más extendido de los microscopios electrónicos.—J. J. ALONSO.

Transmission electron microscopy of metals. Gareth Thomas; Ed. John Wiley. 2.^a ed. N. Y., 1964.

Electron microscopy of thin crystals. P. B. Hirsch, A. Howie, R. B. Nicholson, D. W. Pashley y M. J. Whelan; Ed. Butterworths. London, 1965.

Comentamos conjuntamente ambas obras porque se complementan, siendo comunes en muchos aspectos. Así, la primera comienza por dedicar el capítulo uno a la naturaleza de la onda electrónica, difracción de electrones, red recíproca, etc.; continúa luego por la formación de imagen y el contraste que producen los cristales; en el segundo capítulo, y el siguiente lo emplea en la descripción de microscopios electrónicos, errores de sus lentes y posibilidades de estos aparatos. Y es, solamente, a partir de la página 147, dentro ya del cuarto capítulo, cuando comienza a tratarse de las preparaciones finas de metales. Concluyendo el mismo con las técnicas de preparación, de interés primordial en este campo.

Las siguientes, finales, 75 páginas, están dedicadas a aplicaciones de tales estudios: dislocaciones, recrystalizaciones, defectos, transformaciones en aleaciones y otros ejemplos de estudios metálicos. Y todo ello explicado, además, con la suficiente base física como para no desalentar al no especialista, pero sí mostrarle las dificultades interpretativas de este campo. Concluye la obra con apéndices y tablas interesantes.

El otro libro comienza por mostrar el interés de la microscopía en tales estudios, y pronto pasa a describir los fenómenos de difracción, defectos, dislocaciones, etc., como en el primero ocurre; pero éste, más extenso, discurre preferentemente por los aspectos matemáticos de cada capítulo y fenómeno tratado, hasta el extremo de no abordar las aplicaciones varias sino a partir de la página 415.

También concluye este libro con apéndices y tablas interesantes, pero a tono con el resto de la obra, preferentemente matemático y cristalofísico.

Aunque en parte se alejen de nuestras actividades este tipo de investigaciones, tan en boga actualmente, otras con ellas íntimamente relacionadas: epitaxias, transformaciones, etc., si son interesantes para nosotros en ciertos aspectos de la Mineralogía.—J. J. ALONSO.

NORMAS PARA LA COLABORACION EN «ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA»

1.ª *Envío*.—Los trabajos que se remitan para su publicación en ANALES DE EDAFOLOGIA tendrán que ceñirse exactamente a las normas contenidas en los siguientes apartados, debiendo ser enviados a la Secretaría de la REVISTA para su registro. Se devolverán todos los recibidos que no cumplan los requisitos ordenados.

2.ª *Título*. El título de los trabajos deberá ser muy claro y preciso, reflejando claramente su contenido. Seguidamente se indicará nombre y apellidos de los autores, Centro donde ha sido realizado y fecha de envío a la REVISTA.

3.ª *Resumen*.—Obligatoriamente los artículos deberán ir acompañados por un resumen, que con toda claridad señale el objeto del trabajo realizado, algún detalle experimental, si es fundamental para la correcta interpretación de los resultados, y las conclusiones obtenidas. Este resumen debe efectuarse en castellano, y añadirse la traducción al inglés. Además, si se desea, podrá incluirse la versión del mismo en francés, italiano o alemán.

4.ª *Redacción del texto y presentación*.—Se procurará que la redacción sea lo más concisa posible. Los trabajos deberán escribirse a máquina en doble espacio y por una sola cara, no sobrepasándose en extensión las 20 holandesas. Los autores podrán indicar, por si puede atenderse, el tamaño de la letra en la que crean conveniente se realice la impresión.

5.ª *Bibliografía*.—La bibliografía deberá reducirse a la verdaderamente indispensable, que tenga relación directa con la investigación efectuada, evitándose los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.

Dichas referencias se incluirán siempre a la terminación del trabajo, numeradas correlativamente y ordenadas por orden alfabético de apellidos de autores. En cada cita se consignarán, en este orden, los datos siguientes:

Apellidos e iniciales del autor. Año de la publicación a que se refiere la cita—título del trabajo citado. Título del trabajo. Nombre de la publicación —abreviada de acuerdo con las normas internacionales—, en cursiva, y tomo y página a que se refiera la nota.

Para efectuar la referencia de un libro se indicarán los siguientes datos: Apellido e iniciales del autor. Año de la edición. Título en idioma original. Tomo. Edición. Población (todo ello en forma similar a las citas de revistas).

6.ª *Tablas, gráficos y fotografías*.—Salvo excepciones, no deberán emplearse de forma simultánea tablas y gráficos.

El número de gráficos deberá limitarse todo lo posible. En general se recomienda la yuxtaposición de curvas que puedan ser referidas al mismo sistema de ejes coordenados.

El número de fotografías deberá igualmente limitarse, enviando solo las que realmente —teniendo en cuenta la reproducción— sean útiles, claras e ilustrativas.

Los gráficos y dibujos vendrán dibujados sobre papel vegetal y con tinta china. En la publicación tendrán una anchura de 12 o de 6 cm., o sea, la correspondiente a una o media anchura de plana de nuestra publicación. Los autores deben señalar el tamaño que desean para sus gráficos o dibujos, y tener en cuenta que las escalas de reducción más convenientes son de 2 a 1 y de 3 a 1. Los rótulos y signos de los mismos deberán ser de tal tamaño que su altura, una vez reducida, no sea inferior a 1,5 mm.

Cada gráfico deberá acompañarse de un número de orden, reproducido en el texto. En éste, se indicará el lugar aproximado de colocación de cada uno. Los pies de gráficos y dibujos, escritos a máquina, se enviarán en papel aparte.

Para las fotografías servirán observaciones similares.

7.ª *Fórmulas y expresiones matemáticas.*—En unas y otras debe procurarse la máxima claridad en su escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio, siempre que ello no entrañe riesgo de incomprensión.

8.ª *Caracteres de imprenta.*—Se ruega a los autores señalen en sus originales los estilos de los caracteres de imprenta que deban emplearse, de la manera siguiente:

Subrayar con una línea — las palabras en *cursiva*.

Subrayar con dos líneas = las palabras en **VERSALITAS**.

Subrayar con tres líneas === las palabras en **VERSALES**.

Subrayar con una línea ~~~~~ las palabras en **negrita**.

Subrayar con una línea discontinua — — — las palabras *e s p a c i a d a s*.

9.ª *Pruebas.*—Deberán devolverse, debidamente corregidas, junto con el trabajo original, en el plazo de ocho días, a partir de la fecha de envío. Pasado este plazo sin recibirse, el trabajo perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones del texto original. Si el autor desea hacer alguna alteración del texto original que suponga gastos adicionales de impresión, éstos le serán facturados a precio de coste.

10. *Separatas.*—De cada trabajo se entregarán gratuitamente al autor 25 separatas. A petición de éste —hecha constar por escrito en la cubierta del original— podrán servírsele, a su cargo, las que desee.

11. *Examen de manuscritos.*—Los trabajos, una vez recibidos, pasarán a la Comisión de Publicaciones para informe.

	Páginas
La humificación en los suelos de bosque de <i>Quercus ilex</i> desarrollados sobre sustrato calizo y silíceo, por <i>F. Velasco</i>	697
Nutrición nitrogenada en el Bersim, por <i>L. Jimeno</i> y <i>J. M. Lozano</i>	707
Vanadio y la reducción de nitratos en las plantas (I), por <i>L. Catalina</i>	717
Vanadio y la reducción de nitratos en las plantas (II), por <i>L. Catalina</i>	723
Vanadio y la reducción de nitratos en las plantas (III), por <i>L. Catalina</i>	731
Acción nematocida de la urea contra <i>Tylenchulus semipenetrans</i> Cobb., por <i>A. Ortuño Martínez, J. Gómez Gómez</i> y <i>F. Cánovas Candel</i>	737

NOTAS

Asociación Internacional de Ciencia del Suelo	745
Consejeros	748
II Coloquio Europeo de Diagnóstico Foliar y Fertilización de los Cultivos	748
Simposio de Agroquímica	748
Cursillo Regional de Ciencias de la Naturaleza	748
Centros	748
VI Simposio Internacional de Química Agrícola	748
XVII Congreso Internacional de Horticultura	749
Congresos, reuniones internacionales y becas	750
Reunión del «Comité Permanente de los Coloquios Europeos y Mediterráneos sobre el control de la alimentación de plantas cultivadas»	751
Coloquio de la dinámica de las biocenosis del suelo	751
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura	752
IV Reunión del Grupo español de Sedimentología	752
Second Latin American Soil Biology Congress	754

BIBLIOGRAFIA

Sixth International Congress for Electron Microscopy	757
Transmission electron microscopy of metals (<i>Gareth Thomas</i>)	758
Electron microscopy of thin crystals (<i>P. B. Hirsch, A. Howie, R. B. Nicholson, D. W. Pashley</i> y <i>M. J. Whelan</i>)	758

DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CONSEJO SUPERIOR DE AGRICULTURA
Y FISCOS
ANALES DE
EDAFOLOGÍA
Y
AGROBIOLOGÍA

AGROBIOLOGIA Novembre-Diciembre 1966

AGROBIOLOGIA

11-12

11-12