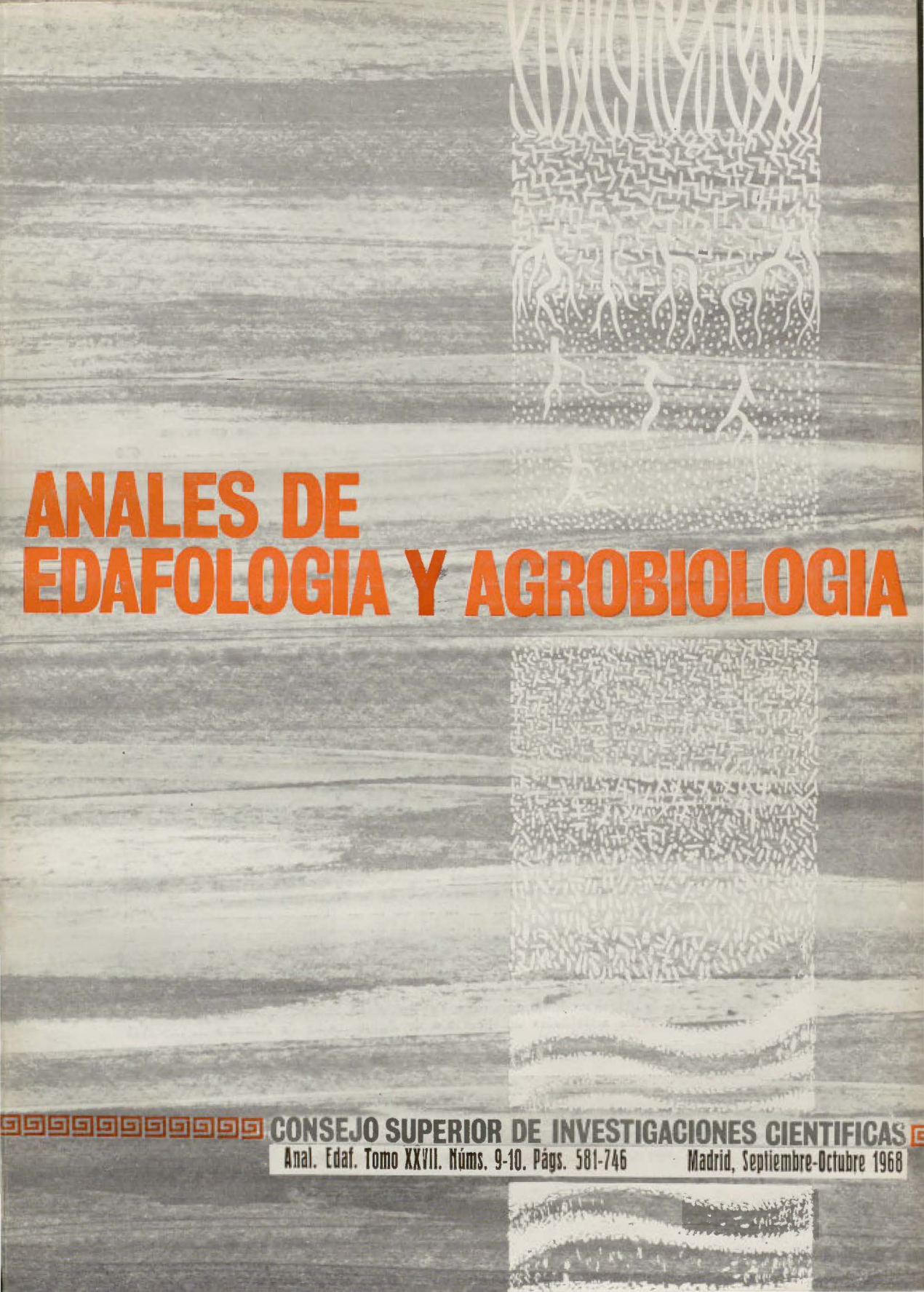


ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
Anal. Edaf. Tomo XXVII. Núms. 9-10. Págs. 581-746 Madrid, Septiembre-Octubre 1968

SUMARIO

Páginas

Aplicación del dimetilsulfóxido en la identificación de minerales de la arcilla en mezclas, por *S. González García* y *M. Sánchez Camazano* ... 581

Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Valle del Ebro. III. Mineralogía de las fracciones gruesas de los sedimentos, por *A. Pinilla Navarro* y *J. Pérez-Mateos* ... 593

Auxin activity of phloroglucinol and its effect on the action of iaa on avena coleoptile sections, by *Ernesto Vicitez* and *Adelina Vázquez* ... 619

Mineralogía de unos suelos mediterráneos de las provincias de Almería, Murcia y Alicante, por *F. Alcixandre* y *A. Pinilla* ... 625

Placaquods del norte de Galicia. I. Características macromorfológicas y analíticas generales, por *L. J. Alías* y *A. Pérez Pujalte* ... 663

Estudio del contenido hormonal de *Salix atrocinerea* Brot., por J. Peña y E. Vieitez ... 681

Aplicación de la cromatografía en la caracterización de dos ácidos húmicos utilizados en el cultivo de maíz, por *V. Hernando, E. Dorado, M.ª P. Sánchez Conde* y *B. Carlos Ortega* ... 695

Investigaciones sobre el valor de las semillas de alholva (*Trigonella foenum graeco* L.) enteras y desmuciIaginadas en la alimentación de pollos, y medios para incrementarlo, por *Gaspar González, María Luisa Barros* y *Esteban Ocio* ... 705

II Congreso Ibero-Americano de Biología del Suelo... 725

NOTAS

Nota necrológica ... 733
Nombramiento de Rector de la Universidad de Salamanca ... 733
Facultad de Ciencias de Badajoz... 734
Sociedad Española de Ciencia del Suelo ... 734
Petición al Fondo nacional para el desarrollo de la investigación científica... 736
Nombramientos ... 736
Congresos, Reuniones y Becas ... 736
Simposio sobre polución de las aguas ... 737
VIII Congreso Nacional de Química celebrado en Cuzco... 738
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura... 740
V Jornadas de Genética Luso-Españolas ... 740
Noticias de la Sección de Mineralogía de Pamplona ... 741
Información sobre actividades del Instituto de Aclimatación de Almería ... 741

Rectificación ... 744

Bibliografía ... 745

APLICACION DEL DIMETILSULFOXIDO EN LA IDENTIFICACION DE MINERALES DE LA ARCILLA EN MEZCLAS

por

S. GONZALEZ GARCIA y M. SANCHEZ CAMAZANO

SUMMARY

APPLICATION OF DIMETHYLSULFOXIDE FOR THE IDENTIFICATION OF CLAY MINERALS IN MIXTURES

The results obtained in previous works on complexes of clay minerals with dimethylsulfoxide have been applied for identification by X ray of different mixtures of these minerals.

Kaolinite may be identified in the presence of clorite by the diffraction to 11,18 Å of its monolayer complex. Identification of kaolinite in the presence of vermiculite is also posible, since this last mineral gives a DMSO complex with a (001) diffraction to 17,66 Å.

Metahalloysite after heating to 300° C does not form complexes with DMSO. This fact allows its differentiation of the kaolinite, since the last mineral in the same conditions gives the 11,18 Å solvate.

Halloysite forms also with DMSO a 11,18 Å monolayer complex what may be used to its identification in the presence of illite.

Montmorillonite, vermiculite and chlorite mixtures, saturated with K^+, may be differentiated by DMSO treatment, through their spacings to 18,98 Å, 14 Å and 10,7 Å respectively. Chlorite and K-vermiculite does not form interlayer complex with DMSO.

Dimethylsulfoxide treatment also allows to differentiate chlorite, kaolin, montmorillonite and illite in mixtures by the diffractions to 14 Å, 11,18 Å, 18,98 Å and 10 Å respectively.

La identificación y diferenciación de los minerales de la arcilla por rayos X plantea serias dificultades cuando se investigan mezclas de dos o más especies mineralógicas de espaciados basales coincidentes o muy próximos. Este es el caso de mezclas de clorita, montmorillonita y vermiculita, de caolinita y clorita, caolinita y metahaloisita, etc..., para cuya diferenciación es preciso recurrir a un tratamiento térmico o ácido, a la saturación de la muestra con determinados cationes o a la formación de complejos de adsorción con moléculas polares. Esta última alternativa ha sido utilizada por muchos investigadores en la

identificación de minerales del grupo de la montmorillonita, escasamente en la identificación de haloisita y vermiculita, no habiéndose aplicado apenas a la identificación de otros minerales, como la caolinita. Cualquier aportación que se haga en este sentido es interesante, dadas las dificultades y limitaciones de los distintos métodos propuestos y la importancia adquirida por los minerales de la arcilla en la industria y en la agricultura.

Las especiales características de estabilidad y nitidez de los complejos formados por los minerales de la arcilla con dimetilsulfóxido (8, 18, 9, 19) nos han llevado a la realización de este trabajo, en el que se dan normas sobre el empleo de esta sustancia en la resolución de los siguientes problemas de identificación y diferenciación de arcillas en mezclas.

Identificación de *caolín* en presencia de *clorita*.
Identificación de *caolín* en presencia de *vermiculita*.
Diferenciación de *caolín* y *metahaloisita*.
Diferenciación de *haloisita* e *ilita*.
Diferenciación de *montmorillonita*, *vermiculita* y *clorita*.
Diferenciación de los componentes de la mezcla *clorita*, *caolín*, *montmorillonita* e *ilita*.

Materiales y métodos experimentales

En la preparación de las mezclas que se estudian en este trabajo se utilizaron los minerales siguientes: Montmorillonita de Tidinit (11, 12, 13, 10), Caolín de Lage (1), Vermiculita de Beni-Buxera (7), Haloisita de Maaza (2, 3), Haloisita Utah (4), Ilita Fithian (4) y Proclorita Vermont (4). Sus diagramas de rayos X se incluyen en la tabla I.

La haloisita de Maaza es una mezcla de haloisita, metahaloisita y montmorillonita (espaciados a 15,35, 10,10 y 7,27 Å, respectivamente). La haloisita de Utah es también mezcla de haloisita y metahaloisita (espaciados a 10,10 y 7,27 Å). Los restantes minerales dan diagramas de rayos X correspondientes a especies únicas.

El dimetilsulfóxido utilizado en esta investigación fue suministrado por la firma British Hause LTD. Sus constantes físicas y geometría molecular (ángulos y distancias de enlace) se han descrito en una publicación anterior (8).

Los complejos se prepararon en unos casos por tratamiento en frío de la muestra con el líquido polar durante un tiempo conveniente. Otras veces se hizo un tratamiento al baño de María a reflujo durante ocho horas por término medio.

Los diagramas de rayos X se obtuvieron en un aparato Philips modelo PW 1010, con cámaras de 114,7 mm. de diámetro, radiación K_α del Cu y filtro de Ni.

TABLA I

Montmorillonita de Tidinit		Vermiculita de Beni-Buxera		Caolín de Lage		Haloisita de Maaza		Haloisita de Utah		Ilita Fithian		Proclorita Vermont	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
12,44	9	12,43	10	7,16	9	15,35	7	10,10	5	10,04	6	14,24	8
4,49	8	7,22	2	4,47	7	10,10	8	7,27	8	5,01	2	7,13	9
4,06	8	4,82	1	4,36	7	7,27	6	4,47	8	4,49	8	4,63	6
3,76	3	4,61	7	3,85	4	5,71	1	4,25	4	4,25	7	3,54	8
3,46	3	3,61	6	3,74	3	4,94	3	3,95	1	3,70	3	2,83	4
3,23	6	2,88	6	3,57	9	4,41	8	3,77	1	3,48	3	2,66	3
3,09	3	2,65	5	3,37	4	3,57	6	3,60	6	3,24	10	2,60	7
2,98	3	2,59	4	3,11	2	3,33	2	3,36	4	3,09	3	2,55	8
2,88	3	2,54	6	2,56	7	2,97	7	3,21	2	3,01	3	2,45	8
2,77	1	2,39	7	2,49	7	2,56	6	3,53	6	2,94	3	2,39	5
2,57	7	2,28	1	2,38	3	2,49	5	2,49	4	2,58	7	2,27	5
2,49	7	2,20	5	2,35	8	2,34	5	2,34	6	2,46	7	2,01	7
2,16	1	2,08	2	2,29	7	2,27	3	2,29	4	2,39	4	1,88	4
2,13	1	2,02	1	2,18	2	2,21	1	1,99	1	2,29	5	1,83	4
1,90	1	1,82	1	2,13	1	1,99	1	1,80	1	2,25	3	1,75	3
1,80	3	1,74	4	1,99	5	1,89	4	1,67	4	2,14	5	1,70	3
1,70	4	1,68	3	1,94	3	1,74	4	1,49	6	1,99	4	1,55	9
1,62	1	1,58	1	1,89	3	1,65	5	1,28	3	1,82	6	1,51	6
1,49	8	1,54	8	1,83	4	1,48	7	1,23	3	1,67	5	1,42	3
1,44	1	1,50	1	1,79	4	1,28	4			1,55	6	1,40	4
1,29	3	1,45	1	1,67	3	1,23	4			1,51	6	1,33	4
1,24	3	1,34	1	1,66	6					1,46	2	1,29	2
		1,32	3	1,62	4					1,38	6	1,22	1
		1,28	3	1,59	2					1,26	4		
				1,54	3					1,23	4		
				1,49	7								
				1,45	2								
				1,34	3								
				1,31	4								
				1,27	1								
				1,24	3								
				1,23	4								

RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

Identificación de caolín en presencia de clorita

La presencia conjunta de caolín y clorita en arcillas de suelos es un problema frecuente. La identificación del caolín por rayos X es entonces difícil, dada la coincidencia de los espaciados (001) y (002), respectivamente, de estos minerales.

Para resolver esta dificultad, Brindley y Robinson (6) proponen un método consistente en calentar la mezcla con sulfúrico al 20 por 100 a reflujo durante treinta minutos, tratamiento que destruye la clorita, permaneciendo inalterado el caolín, que se reconoce por su espaciado *d* (001) a 7 Å. Con la misma finalidad se ha propuesto un método térmico (6,14), que consiste en calentar la mezcla a 600° C durante una hora, lo que destruye la estructura del caolín, reforzándose la reflexión a 14 Å de clorita y debilitándose sus órdenes segundo, tercero y cuarto. El método no es definitivo, ya que cloritas mal cristalizadas pueden descomponerse a temperaturas inferiores a 600° C. Martín Vivaldi y col. (16), en un estudio crítico de los métodos térmico y ácido, concluyen sobre las ventajas de este último en la identificación de caolinita en presencia de clorita en arcillas de suelos. Los autores indican, sin embargo, algunas posibles limitaciones del método derivadas de la insolubilidad de algunas cloritas en ácidos y de la posible disolución en condiciones ácidas de minerales del grupo del caolín conteniendo hierro.

Andrew y col. (5) proponen un método para la identificación de caolín en presencia de clorita, basado en la formación de complejos de «intersalación» de Wada (20). En esencia consiste en la preparación del complejo caolinita-acetato potásico de 14 Å y reemplazamiento posterior del acetato por nitrato amónico, lo que conduce a un complejo con un primer orden de reflexión de 11,6 Å que no coincide con el de ningún otro mineral de la arcilla. El método es laborioso y exige operar con disoluciones de nitrato amónico de concentraciones altas y controladas.

La existencia de puentes de hidrógeno entre láminas contiguas de la caolinita restringe la formación de complejos de adsorción de este silicato con moléculas polares, por lo que hasta la fecha no se ha propuesto este método para la identificación del caolín.

En trabajos anteriores (8, 18) hemos preparado complejos caolín-dimetilsulfóxido, muy estables y definidos, con espaciado (001) de 11,18 Å. A la vista de estos resultados y dado que la clorita no forma complejos con este líquido polar (8), pensamos en su empleo para la identificación de caolín en presencia de clorita.

Con el fin de estudiar la validez del método y fijar sus límites de sensibilidad, se prepararon diferentes mezclas de clorita Vermont y caolín de Lage, que se trataron con dimetilsulfóxido a reflujo en baño de María durante ocho horas. En la tabla II se incluyen los espaciados basales e intensidades relativas de los correspondientes diagramas de rayos X, junto con los de las mezclas naturales.

Las mezclas sin tratamiento presentan la reflexión a 14,24 Å de clorita, seguida de la de 7,13 Å, superposición de los espaciados (002) de clorita y (001) de caolín. En el tratamiento con dimetilsulfóxido persisten los espaciados (001) y (002) de clorita a 14,24 Å y 7,13 Å, respectivamente, apareciendo un espaciado a 11,18 Å del complejo del

caolín. La reflexión a 7,13 Å se debilita con respecto a las mezclas naturales, ya que en las muestras tratadas representa sólo el orden (002) de clorita. La intensidad del espaciado a 11,18 Å del complejo caolinita-dimetilsulfóxido disminuye al hacerlo la proporción de caolín en la mezcla. La línea se hace muy débil para una concentración de caolín del 5 por 100, pero su nitidez permite identificar claramente la presencia de caolín a estas concentraciones.

TABLA II

50 % clorita 50 % caolín				80 % clorita 20 % caolín				90 % clorita 10 % caolín				95 % clorita 5 % caolín			
Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
14,24	8	14,24	6	14,24	9	14,24	7	14,24	9	14,24	7	14,24	9	14,24	7
7,13	10	11,18	6	7,13	10	11,18	6	7,13	9	11,18	5	7,13	9	11,18	3
		7,13	7			7,13	7			7,13	7			1,13	7

La formación del complejo caolín-dimetilsulfóxido constituye, en consecuencia, un método sencillo y eficaz para identificar pequeñas cantidades de caolín en presencia de clorita.

Procedimiento.

En un matraz de 50 ml. se tratan 50 mg. de arcilla con 5 ml. de dimetilsulfóxido y se calientan a reflujo durante ocho horas en baño de María. Se filtra por placa de vidrio y se investiga la muestra por rayos X. Un espaciado de 11,18 Å indica la presencia de caolinita en cantidad superior al 5 por 100.

Identificación de caolín en presencia de vermiculita

La identificación de caolín en mezclas con vermiculita encierra también dificultades por la coincidencia de los espaciados (001) y (004), respectivamente, de ambos minerales. Aunque un detallado examen del diagrama de rayos X puede a veces informar sobre la presencia de caolín (el espaciado (004) de vermiculita es muy débil y se intensifica cuando existe caolín en la mezcla), la diferenciación es, sin embargo, difícil en muestras con pequeñas proporciones de caolinita. En estas circunstancias es preciso recurrir a una modificación del espaciado basal de la vermiculita, bien por tratamiento de la muestra a 110° C en tubo cerrado que contrae el espaciado hasta 11 Å, o por saturación con K^+ o

NH_4^+, que modifica el espaciado basal hasta 10,4 ó 11,2 Å, respectivamente. Este último procedimiento tiene, sin embargo, el inconveniente del carácter débil y difuso de las líneas de los diagramas de vermiculita saturada con estos cationes. El hinchamiento con glicol o glicerol no constituye un método resolutivo, ya que la generalidad de las vermiculitas naturales dan con estos líquidos complejos de espaciado próximo a 14 Å.

Puesto que caolinita y vermiculita dan complejos con dimetilsulfóxido de espaciados 11,18 Å y 17,66 Å, respectivamente (8, 18, 19), su formación puede utilizarse con éxito en la identificación de caolín en presencia de vermiculita. Para comprobar experimentalmente la eficacia del método y sus límites de validez, se prepararon mezclas con distintas proporciones de vermiculita de Beni Buxera y caolín de Lage, que se trataron con dimetilsulfóxido a reflujo en baño de María durante ocho horas y se investigaron por rayos X. Los espaciados basales y sus intensidades relativas se incluyen en la tabla III.

TABLA III

50 % vermiculita 50 % caolín				80 % vermiculita 20 % caolín				90 % vermiculita 10 % caolín				95 % vermiculita 5 % caolín			
Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
14,43	10	17,66	9	14,43	9	17,66	7	14,43	9	17,66	8	14,43	9	17,66	8
7,16	8	11,18	8	7,16	6	11,18	6	7,16	5	11,18	5	7,16	4	11,18	4

Por tratamiento con dimetilsulfóxido se modifican profundamente los espaciados de 14,43 Å y 7,16 Å de vermiculita y caolín, apareciendo siempre una línea intensa a 17,66 Å del complejo de dos capas de vermiculita, seguida de otra a 11,18 Å del complejo monocapa de caolín. La intensidad de este último disminuye con la proporción de caolinita, pero se observa incluso para contenidos del 5 por 100, lo que habla claramente en favor de la bondad del método.

Procedimiento.

50 mg. de arcilla se calientan durante ocho horas a reflujo en baño de María con 5 ml. de dimetilsulfóxido. Se filtra a la trompa por placa de vidrio y se investiga la muestra por rayos X. Espaciados a 17,66 Å y 11,18 Å indican la presencia en la arcilla de vermiculita y caolinita.

Diferenciación de caolín y metahaloisita en mezclas

La diferenciación por rayos X de caolín y metahaloisita exige también algún tratamiento previo de la arcilla, por la proximidad del espaciado (001) de ambos minerales (7,13 Å de caolinita y 7,2-7,5 Å de metahaloisita). La formación directa de complejos de metahaloisita con glicol o glicerol no da siempre resultados satisfactorios (15), dada la resistencia a la solvatación de metahaloisitas totalmente deshidratadas. Miller y Keller (17) proponen un método de diferenciación consistente en tratar con etilenglicol las muestras resultantes de lavar con agua el complejo de «intersalación» de 14 Å de acetato potásico. Los espaciados (001) de caolinita y metahaloisita importan entonces 7 Å y 10 Å, respectivamente.

Aunque tanto caolinita como metahaloisita naturales dan con dimetilsulfóxido un complejo de 11,18 Å (8, 18), cuando las arcillas se calientan previamente a 300° C su comportamiento es diferente, ya que la metahaloisita no se expande en estas condiciones, lo que brinda una posibilidad de diferenciación de ambos minerales.

Una comprobación de este comportamiento lo constituyen los resultados de la tabla IV, en donde se dan los espaciados de rayos X de muestras de caolín de Lage y metahaloisita de Utah calentadas a 300° C y tratadas con dimetilsulfóxido a reflujo durante ocho horas. Se incluyen también los resultados obtenidos en las mismas condiciones para una mezcla al 50 por 100 de ambos minerales. En el tratamiento a 300° C la metahaloisita se contrae irreversiblemente a 7,16 Å, mientras que el caolín conserva su carácter hinchable (*), formando con dimetilsulfóxido el complejo monocapa de espaciado 11,18 Å.

Aunque la generalización del método exigiría su comprobación en numerosas muestras de caolines y haloisitas de distintas procedencias, los anteriores resultados constituyen ya una valiosa indicación de su empleo en la diferenciación rápida de caolín y metahaloisita.

TABLA IV

Caolín de Lage trat. a 300° C + DMSO		Haloisita Utah trat. 300° + DMSO		(50 % caolín de Lage 50 % Haloisita Utah, trat. 300° C) + DMSO	
d	I	d	I	d	I
11,18	10	7,16	7	11,18	8
7,16	3			7,16	6

(*) El diagrama de Lage presenta, después de la solvatación con DMSO, un espaciado débil a 7,16 Å que puede deberse a restos de caolín no hinchado en las ocho horas de tratamiento, o a la presencia de haloisita como impureza.

Diferenciación de ilita y haloisita en mezclas

La coincidencia de los espaciados (001) de ilita y haloisita dificulta la diferenciación de estos minerales en sus mezclas. Su reconocimiento se consigue calentando la arcilla a 100° C, con lo que el espaciado de haloisita se contrae a 7,2-7,5 Å. El tratamiento con glicol o glicerol no permite la diferenciación de ambos minerales, dada la proximidad del espaciado de ilita y el del complejo de haloisita.

Puesto que el complejo haloisita dimetilsulfóxido tiene un espaciado mayor, 11,18 Å, su formación permite diferenciar rápidamente la haloisita de ilita en mezclas. Así se refleja en los resultados de la tabla V, en donde se incluyen las lecturas de los diagramas de una mezcla de haloisita de Maaza e ilita Fithian al 50 por 100, en estado natural y después del tratamiento con dimetilsulfóxido.

TABLA V

Mezcla natural		Mezcla + DMSO	
d	I	d	I
14,72	7	18,98	8
10,04	7	11,18	8
7,21	7	10,04	6

La mezcla natural da espaciados a 14,72, 10,04 y 7,21 Å, debidos, el primero y el último a impurezas de montmorillonita y metahaloisita presentes en la haloisita de Maaza, y el de 10,04 Å a la superposición de los órdenes de reflexión (001) de haloisita e ilita. Por tratamiento con dimetilsulfóxido se forma el complejo de dos capas de montmorillonita a 18,98 Å, seguido del complejo monocapa de haloisita a 11,18 Å. El espaciado a 10,04 Å es de ilita que no se hincha por tratamiento con dimetilsulfóxido, según hemos comprobado en un trabajo anterior (8).

La formación de complejos haloisita-dimetilsulfóxido permite, en consecuencia, la diferenciación clara y directa de haloisita e ilita en mezclas. Basta obtener un diagrama de rayos X de una muestra tratada por imbibición con dimetilsulfóxido, en cuyas condiciones la haloisita forma un complejo de espaciado 11,18 Å.

Diferenciación de montmorillonita, vermiculita y clorita en mezclas

Es frecuente la presencia conjunta de montmorillonita, vermiculita y clorita en arcillas de suelos. La identificación directa de estos minerales por rayos X es entonces prácticamente imposible, ya que mont-

morillonita y vermiculita dan espaciados d (001) entre 12-15 Å y 10-15 Å, respectivamente (dependiendo del catión de cambio y grado de hidratación), y la clorita un espaciado próximo a 14 Å. Walker (21) propone para la diferenciación saturar la mezcla con NH_4^+ y tratar posteriormente con etilenglicol. Espaciados a 11, 14 y 17,7 Å indicarían la presencia respectiva de vermiculita, clorita y montmorillonita. En caso de la presencia de clorita recomienda una comprobación posterior por el método térmico. En un trabajo posterior, Walker (22) indica que la ausencia del complejo de dos capas con glicol o glicerol no constituye una prueba excluyente de la presencia de montmorillonita, ya que este mineral y la vermiculita pueden formar complejos de una o dos capas, dependiendo únicamente de la carga laminar, del estado de hidratación, y de la naturaleza de los cationes de cambio.

En consecuencia, es interesante disponer de un método que permita la diferenciación rápida e inequívoca de montmorillonita, vermiculita y clorita en mezclas. La aplicación directa del dimetilsulfóxido presenta el inconveniente de la proximidad del espaciado de los complejos de vermiculita y montmorillonita (8, 9). Esta dificultad se puede resolver saturando previamente la arcilla con K^+, ya que la vermiculita potásica no se solvata con dimetilsulfóxido, mientras la montmorillonita forma en estas condiciones un solvato de dos capas. El método diferencia claramente montmorillonita de clorita, pero es menos resolutivo para la vermiculita, que saturada con potasio da diagramas con líneas débiles y difusas. Mejor resolución se consigue si la arcilla potásica se calienta a 300° C antes del tratamiento con dimetilsulfóxido, lo que aumenta la intensidad y nitidez del espaciado a 10,7 Å de vermiculita. En la tabla VI se incluyen los espaciados basales de mezclas con distintas proporciones de los tres minerales saturadas con K^+, tratadas a 300° C y solvatadas con el líquido polar.

TABLA VI

33,3 % Cl 33,3 % V 33,3 % M				45 % Cl 45 % V 10 % M				45 % Cl 10 % V 45 % M				10 % Cl 45 % V 45 % M			
Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO		Natural		+ DMSO	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
14,43	6	18,98	8	14,43	7	18,98	5	14,43	7	18,87	8	14,43	1	18,98	8
12,6—		14,43	6	12,6—		14,43	7	12,6—		14,43	6	12,6—		14,43	2
10,4	4			10,4	5			10,4	5			10,4	7		
		10,7	3			10,7	4			10,7	2			10,7	4

En las mezclas naturales saturadas con K^+ aparece un espaciado a 14,43 Å de clorita, seguido de una línea ancha y difusa entre 12,6 y 10,4 Å, debida a vermiculita y montmorillonita. Por tratamiento con

dimetilsulfóxido la montmorillonita-K^+ forma el solvato de dos capas de 18,98 Å, no modificándose los espaciados a 14,43 Å y 10,7 Å de clorita y vermiculita, respectivamente. El método permite reconocer cantidades hasta del 5 por 100 de montmorillonita y el 10 por 100 de clorita o vermiculita en mezclas.

Procedimiento.

100 mg. de arcilla, saturada con acetato potásico normal, se calientan a 300° C durante diez horas. La muestra se trata después a reflujo en baño de María con 10 ml. de dimetilsulfóxido durante ocho horas. Se filtra a la trompa por placa de vidrio y se investiga a rayos X. Espaciados a 18.98, 14,43 y 10,7 Å son indicativos de la presencia de montmorillonita, clorita y vermiculita en la arcilla.

Diferenciación de los minerales de la mezcla: clorita, caolín, montmorillonita e ilita

En arcillas de suelos es frecuente encontrar mezclas de clorita, caolín, montmorillonita e ilita. La identificación por rayos X de estas mezclas es difícil por la proximidad de los espaciados (001) de clorita y montmorillonita y por la superposición de los espaciados (001) y (002) de caolín y clorita, respectivamente. El empleo combinado de los métodos anteriormente citados para la diferenciación de estos minerales es un proceso lento y laborioso.

Puesto que caolín y montmorillonita forman complejos con dimetilsulfóxido de espaciados muy diferentes, mientras que la clorita e ilita no se solvatan, se puede conseguir la diferenciación directa de los cuatro minerales mediante el empleo de este líquido polar. En la tabla VII se incluyen los resultados obtenidos en el estudio por rayos X de una mezcla conteniendo 20 por 100 de clorita, 15 por 100 de caolín, 15 por 100 de montmorillonita y 50 por 100 de ilita, antes y después del tratamiento con DMSO a reflujo durante ocho horas.

TABLA VII

Natural		+ DMSO	
d	I	d	I
14.43	6	18,98	7
10.04	4	14,24	4
7,16	7	11,18	7
		10,04	3
		7,13	5

En el diagrama de la mezcla natural aparecen espaciados a 14,43 Å (superposición de montmorillonita y clorita), 10,04 Å (ilita) y 7,16 Å (superposición de los espaciados (001) y (002) de caolín y clorita, respectivamente).

Por tratamiento con dimetilsulfóxido la montmorillonita forma el complejo de dos capas, de espaciado 18,98 Å, y el caolín el complejo monocapa de 11,18 Å, permaneciendo inalterados los espaciados originales de los minerales no hinchables, 14,43 Å y 7,13 Å de clorita y 10,04 Å de ilita. El método permite, en consecuencia, la diferenciación directa en un solo proceso de los cuatro minerales: clorita, caolinita, montmorillonita e ilita.

Procedimiento.

100 mg. de arcilla se tratan a reflujo en baño de María con 10 ml. de DMSO durante ocho horas. La arcilla se filtra a la trompa sobre placa de vidrio y se investiga por rayos X. Espaciados a 18,98, 14,43, 11,18 y 10,04 Å indican la presencia de montmorillonita, clorita, caolinita e ilita. La existencia de clorita se confirma además por su espaciado (002) a 7,13 Å.

RESUMEN

Los resultados obtenidos en trabajos anteriores sobre complejos de arcillas con dimetilsulfóxido se aplican a la identificación por rayos X de diferentes mezclas de estos minerales.

El caolín en presencia de clorita puede identificarse por el espaciado a 11,18 Å del complejo monocapa. Su identificación es también posible en presencia de vermiculita, ya que el complejo vermiculita-dimetilsulfóxido tiene un espaciado (001) de 17,66 Å.

La metahaloisita tratada a 300° C no forma complejos con dimetilsulfóxido, lo que permite su diferenciación de caolinita, que en las mismas condiciones da el solvato de 11,18 Å.

La haloisita forma también con dimetilsulfóxido el complejo monocapa de 11,18 Å, que sirve para su reconocimiento en presencia de ilita.

Mezclas de montmorillonita, vermiculita y clorita saturadas con K+ pueden diferenciarse por tratamiento con dimetilsulfóxido, por sus espaciados respectivos, a 18,98, 14 y 10,7 Å. La clorita y la vermiculita potásica no forman complejos interlaminares.

El tratamiento con dimetilsulfóxido permite diferenciar también clorita, caolín, montmorillonita e ilita en mezclas, por los espaciados a 14, 11,18, 18,98 y 10 Å, respectivamente.

Sección de Físico-Química del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca

BIBLIOGRAFÍA

(1) ALEIXANDRE, V. 1949. Análisis térmico diferencial de algunas arcillas y caolines españoles. An. Edaf. Agrobiol., 8, 33.

(2) — — y GONZÁLEZ PEÑA, J. 1954. Identificación en el microscopio electrónico de algunas arcillas y caolines españoles. An. Edaf. Agrobiol., 13, 631.

(3) — — y RODRÍGUEZ PASCUAL, C. 1959. Efecto del catión de cambio en la cinética de deshidratación de la haloisita. An. Edaf. Agrobiol., 18, 677.

(4) AMERICAN PETROLEUM INSTITUT. 1951. Reference Clay Minerals. Research Project, 49, Colombia University. New-York.

(5) ANDREW, R. W., JACKSON, M. L., and WADA, K. 1960. Intersalation as a technique for differentiation of kaolinite from chloritic minerals by X-ray diffraction. Proc. Soil. Sci. Soc. Am., 24, 422.

(6) BRINDLEY, G. W. and ROBINSON, K. 1951. X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society. London.

(7) GONZÁLEZ GARCÍA, F. y MARTÍN VIVALDI, J. L. 1950. Acerca de la constitución y propiedades de una vermiculita de Beni Buxera. An. R. Soc. esp. Fís. Quím., 46, 715.

(8) — — y SÁNCHEZ CAMAZANO, M. 1965. Complejos de adsorción de los minerales de la arcilla con dimetilsulfóxido. An. Edaf. Agribiol., 24, 495.

(9) — —, — — y DIOS CANCELA, G. 1967. Complejos de adsorción de la montmorillonita con dimetilsulfóxido. An. Edaf. Agrobiol., 26, 1255.

(10) GUTIÉRREZ RÍOS, E. y GONZÁLEZ GARCÍA, F. 1949. Génesis de la montmorillonita del Marruecos español. An. Edaf. Agrobiol., B, 537.

(11) — — y HERNANDO, L. 1947. Yacimientos de bentonita en el Marruecos español. An. Edaf. Agrobiol., 6, 53.

(12) — — y — — 1948. Yacimientos de bentonita en el Marruecos español (II). An. Edaf. Agrobiol., 7, 623.

(13) — — y LÓPEZ GONZÁLEZ, J. D. 1952. Acción de los ácidos fuertes sobre los silicatos de la serie isomorfa montmorillonita-beidellita. An. Edaf. Agrobiol., 11, 225.

(14) MAC EWAN, D. M. C. 1948. Clay Minerals in some Scottish Soils. Verre Silic. ind., 13, 41.

(15) — — 1948. Complexes of clays with organic compounds. I. Complexes formation between montmorillonite and halloysite and certain organic liquids. Trans. Faraday Soc., 44, 349.

(16) MARTÍN VIVALDI, J. L. and RODRÍGUEZ GALLEGO, M. 1961. Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. I. Chlorite-kaolinite mixtures. Clay Miner. Bull., 4, 288.

(17) MILLER, W. D. and KELLER, W. D. 1963. Differentiation between endellite, halloysite and kaolinite by treatment with potassium acetate and ethylene glycol. Clays Clays Miner., 10, 244.

(18) SÁNCHEZ CAMAZANO, M. y GONZÁLEZ GARCÍA, S. 1966 Complejos interlaminares de caolinita y haloisita con líquidos polares. An. Edaf. Agrobiol., 25, 9.

(19) — — y — — 1967. Complejos de adsorción de la vermiculita con dimetilsulfóxido. An. Edaf. Agrobiol., 27, 217.

(20) WADA, K. 1961. Lattice expansion of kaolin minerals by treatment with potassium acetate. Am. Miner., 46, 78.

(21) WALKER, G. F. 1949. Distinction of vermiculite, chlorite and montmorillonite in clays. Nature, 16, 577.

(22) — — 1957. On the differentiation of vermiculites and smectites in clays. Clay Miner. Bull., 3, 154.

Recibido para publicación: 8-I-68

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE LA ZONA ARAGONESA DE LA CUENCA TERCIARIA DEL VALLE DEL EBRO

III. MINERALOGIA DE LAS FRACCIONES GRUESAS DE LOS SEDIMENTOS

por

A. PINILLA NAVARRO y J. PEREZ-MATEOS

SUMMARY

SEDIMENTOLOGICAL STUDY OF THE ARAGON ZONE OF THE TERTIARY BASIN OF THE EBRO VALLEY

With the data obtained in the mineralogical analysis, in the Tertiary basin of the Ebro Valley, two clearly different provinces have been delimited, separated by this river. One is Northern Province, or Centre-Pyreneean, which is characterized by the presence of epidote. The other is the South Province, again divided into three others: the Province of the Low Aragón, the Province of Cariñena and the Province of Moncayo and as a characteristic mineral, staurolite, within the mineralogical whole of these sediments.

ANÁLISIS MINERALÓGICO

Continuando el estudio sedimentológico de los materiales del Valle del Ebro (1, 2), exponemos en esta tercera publicación todo lo que se refiere a la mineralogía de las fracciones *arena* o gruesas, con los resultados obtenidos del análisis mineralógico y las conclusiones que de él se deducen.

El análisis mineralógico de estos materiales fue llevado a cabo según la técnica que exponemos a continuación y que es la seguida en los laboratorios de la Sección de Mineralogía de Suelos del Instituto de Edafología.

---

(1) *Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Valle del Ebro*. Geología. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sección Geológicas. (En prensa.)

(2) *Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Valle del Ebro. Localización de muestras y análisis mecánico*. An. Edaf. y Agrobiol. Tomo XXVII, n.º 7-8, 1968, págs. 547-562.

Para la preparación de materiales se parte de la fracción arena de diámetro 0,5 mm., lavando repetidas veces con agua para eliminar la arcilla, tratando a continuación por ácido clorhídrico para eliminar carbonatos e hidróxidos de hierro, y después por ácido nítrico para atacar la posible materia orgánica y los sulfuros metálicos si los hubiera. Después de cada tratamiento se lava la muestra, se deseca y pesa; obtenida así una arena perfectamente limpia, se procede a la separación en sus dos fracciones, ligera y pesada, utilizando como líquido separador el bromoformo (p. e. = 2,9).

La fracción más densa de p. e. $>$ 2,9 se lava con alcohol y se monta sobre un portaobjetos, utilizando como medio de inclusión de los granos minerales el bálsamo de Canadá. Se procede después a la identificación de cada grano mineral en el microscopio petrográfico y al contaje de los mismos en línea, obteniéndose los porcentajes para cada especie mineral de los transparentes; los granos opacos se cuentan aparte y en bloque, dándose un número por cada cien especies transparentes; pueden clasificarse éstos en opacos naturales (ilmenita, magnetita, hematites, etc.), opacos por alteración y alteritas.

En cuanto a la fracción «ligera» (p. e. $<$ 2,9) utilizamos como medio de inclusión una mezcla de clorobenzol y nitrobenzol en cantidades calculadas para que el índice de refracción de la mezcla quede en equilibrio con el índice de refracción del cuarzo, montándose en preparaciones volantes. Para su estudio en el microscopio petrográfico, se introduce primero el analizador, apareciendo así visibles todos los granos minerales, contándose los de una zona elegida (por ejemplo, un cuadrante); al sacar el analizador queda el cuarzo casi invisible y se cuentan los feldespatos + micas, obteniéndose por diferencia el valor del cuarzo, y por un sencillo cálculo los porcentajes respectivos.

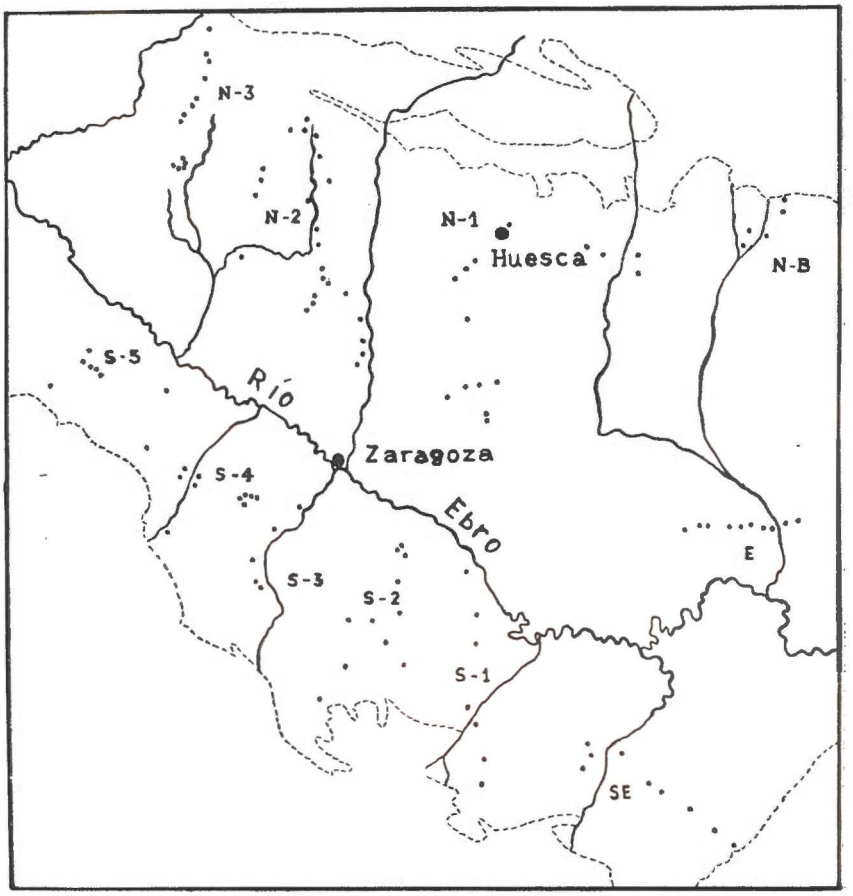
Habiéndose introducido una modificación en la técnica de la tinción selectiva de la fracción ligera (Doeglas, Favejee, Nota, Van der Plas), consistente en utilizar cobaltinitrito sódico y hematina, técnica que empleamos actualmente en el laboratorio, hemos considerado oportuno aplicarla a la fracción ligera de las muestras del Valle del Ebro, para una mayor seguridad en la identificación. Dado el elevado número de muestras, hemos teñido varias de cada serie, con lo que hemos conseguido una visión de conjunto.

Aunque en la preparación del material la técnica expuesta ha sido en general, seguida, no obstante fue necesario introducir algunas modificaciones motivadas por el alto porcentaje en carbonatos de algunas muestras y su gran rubeficación, por lo que el tratamiento previo con el ácido clorhídrico se prolongó hasta el cese total de la efervescencia y hasta que el líquido quedase transparente e incoloro.

A continuación se exponen los resultados obtenidos de los análisis mineralógicos, agrupados en tablas según las distintas series, acompañando a éstas la gráfica correspondiente.

Series Norte

Agrupamos bajo esta denominación las series N-3, N-2, N-1, NB y E, cuya localización podemos ver en el mapa 1.



MAPA nº 1 LOCALIZACION DE MUESTRAS

------- Límite de la cuenca terciaria

Fracción «pesada» (*)

En los materiales de estas series hay una abundancia marcada de granos *opacos por alteración:* limoníticos, goethíticos y leucoxénicos

(*) Omitimos en esta publicación las tablas gravimétricas con los porcentajes, en peso, de las fracciones «ligera» y «pesada» para todas las muestras, obtenidos después del tratamiento por ácidos y separación por bromoformo.

principalmente; también abundan las «alteritas». Los *opacos naturales* son menos abundantes, predominando la ilmenita sobre los óxidos de hierro: magnetita, hematites, etc., muchos de los cuales muestran signos de alteración más o menos avanzada.

Entre los minerales densos trasparentes se define la asociación de los comunes resistentes: turmalina-circón-rutilo-granate, siendo las características de ellos semejantes para todos los materiales de estas series, según resumimos a continuación:

Turmalina: Predomina la variedad ferromagnesiana parda y también la ferrosa de coloración verde o pardo-verdosa, habiéndose hallado alguna turmalina azulada y muy pocas bicolor, siempre con escasas inclusiones y muy pleocroicas. (En la serie N-1 fue identificada rubelita o turmalina rosada). Los granos conservan bien su hábito prismático, aunque hay muchos fragmentos de prismas y granos irregulares derivados por rotura de aquéllos, ya que los signos de erosión física o mecánica se observan en numerosos granos; las aristas de los prismas aparecen más o menos suavizadas y pocas veces vivas (microfotografías 3 y 6).

Circón: También los circones muestran signos de erosión física, apareciendo con grietas y algunos resquebrajados profundamente.

Predominan los granos rodados más o menos ovoideos y hasta redondeados sobre los cristales prismático-bipiramidales originales; éstos son incoloros e intensamente brillantes, y aquéllos en cierto modo deslustrados, en superficie, por efecto de acciones erosivas. Algunos circones se han encontrado en proceso de isotropización, oscurecidos y no brillantes. Las inclusiones son frecuentes, tanto sólidas como fluidas (microf. 1, 2, 5).

Rutilo: Lo mismo que el circón (aunque es mineral tetragonal y su hábito es prismático con apuntamientos piramidales); no siempre aparecen en estos sedimentos los cristales perfectos, estando mejor conservados los rutilos de la zona alta; abundan más los granos rodados, subredondeados, algunos muy brillantes y otros más oscurecidos (ilmeno-rutilos), casi negros; varía bastante su coloración del amarillo-melado al pardo-rojizo, que son los dominantes. En muchos granos son observables las líneas de macla y se encuentran algunos cristales maclados, según que el plano de macla sea la cara (011), macla en codo del rutilo, o la cara (301), que es la macla en corazón o punta de lanza (microf. 9).

Granate: También es mineral abundante en estos sedimentos, común pero menos resistente que los anteriores, isótropo, en granos más o menos equidimensionales subredondeados, aunque son más frecuentes los irregulares angulosos. Los signos de erosión física se muestran en resquebrajaduras de la superficie con depósito de hidróxidos de hie-

rro que da color ferruginoso al grano en esas zonas, y el grabado superficial que aparece en algunos granos, denota acciones químicas (microfotografía 7). Predomina la variedad «almandino» débilmente rosada y también se identifican granates amarillentos de la variedad espesartita. Algunos granos presentan una anisotropía anómala, no siendo su extinción completa entre nicoles cruzados.

Anatasa-Broquita-Titanita: Son minerales de titanio que encontramos en estos sedimentos en muy escasa proporción, siendo aquí frecuentes pero no abundantes.

Minerales de metamorfismo.—De ellos, la *estaurolita* se encuentra relativamente frecuente, pero no abundante; la *andalucita* aparece aún más escasa (excepto en la muestra número 45 de la serie N-3), y la *distena* sólo aparece como especie rara.

La *epidota* es abundante en los sedimentos de las *series Norte*, siendo precisamente un carácter distintivo con respecto a la mineralogía de las *series Sur*, en las que el mineral característico es la *estaurolita* y falta la epidota. Con la epidota se identifica también la zoisita, ambas especies minerales del mismo grupo, se muestran en formas subangulares, no conservándose las formas cristalinas prismáticas; otros granos aparecen ovoideos; en general son incoloros, aunque haya algunos de epidota verde-guisante (var. pistacita), débilmente pleocroicos.

Series Sur

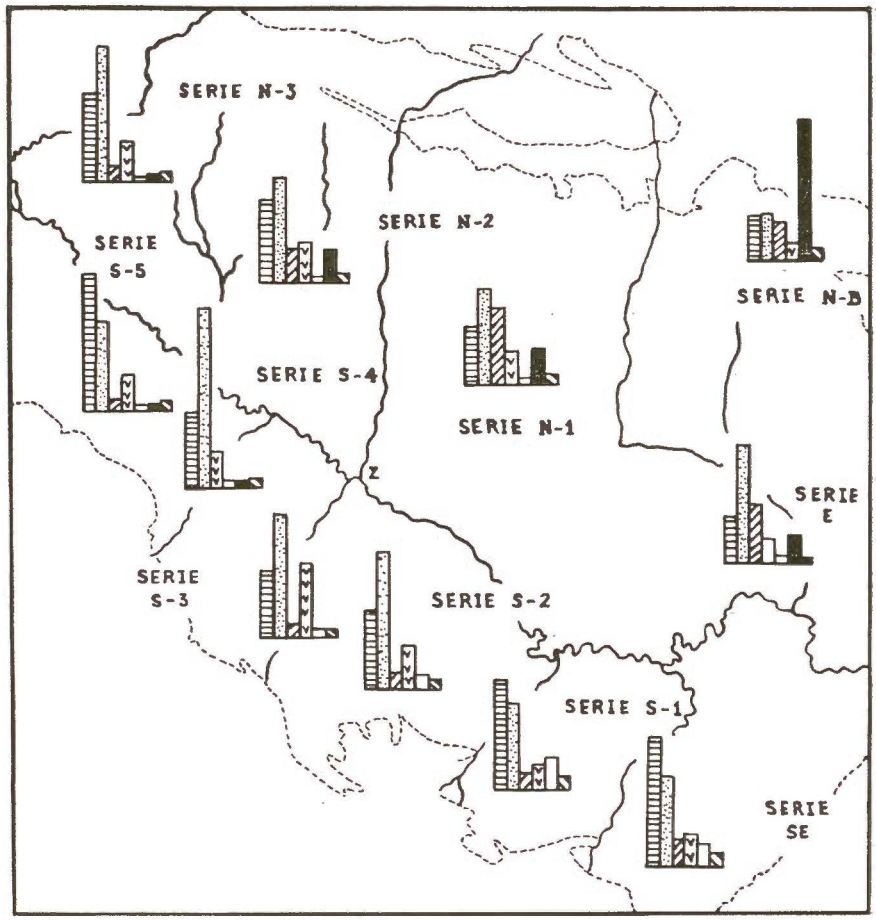
Se incluyen en este grupo las series S-5, S-4, S-3, S-2, S-1 y SE (ver el mapa 1).

Serie S-5.

Se caracteriza este serie por estar casi exclusivamente formadas las fracciones gruesas de los materiales sedimentarios por minerales resistentes y comunes, como son: turmalina, circón, granate y rutilo.

Serie S-4.

Esta serie tiene un porcentaje de minerales opacos muy alto y la relación $\frac{\text{opacos}}{\text{transparentes}}$ es de 3,46; por otra parte, escasean también estos útlimos.



MAPA n°2 .- HISTOGRAMAS DE LA DISTRIBUCION DE MINERALES EN LA CUENCA

Series S-3 y S-2.

Estas series son escasas en minerales transparentes y en cambio abundantes en opacos, destacadamente la serie 2, en la que la relación de minerales $\frac{\text{opacos}}{\text{transparentes}} = 2{,}62$.

Series S-1 y SE.

La primera es muy escasa en minerales transparentes, mientras que la segunda (SE) es abundante en ellos y hay presencia del sulfato anhidrita en varias muestras de la serie.

Hacemos a continuación el resumen de la mineralogía de estas series.

El carácter mineralógico común a todas es la frecuencia y abundancia de los minerales comunes y resistentes: turmalina-circón-rutilo, pues el granate no es tan abundante. Hay presencia de las tres especies transparentes titaníferas (anatasa, broquita, titanita), variando la proporción de unas series a otras. De los minerales de metamorfismo el que acusa más su frecuencia y relativa abundancia es la *estaurolita*, más aún en las series S-1 y SE. Los minerales del grupo de la epidota son tan escasos que sólo se identifican algunos granos en las series S-5 y S-4, por lo cual las series Sur se diferencian de las series Norte, siendo en aquéllas el mineral característico la *estaurolita* y en éstas la *epidota*.

Por lo que se refiere a los granos opacos, predominan (lo mismo que en las series Norte) los opacos por alteración, con mayor proporción de granos leucoxénicos que de limoníticos y goethíticos. La presencia de «alteritas» se acusa en todas las muestras. Los opacos naturales, mucho más escasos, son granos de ilmenita y también de otros óxidos de hierro, del ferroso-férrico o magnetita y el sexquióxido u oligisto y hematites roja; en algunos de estos opacos naturales se aprecian señales de alteración superficial, pero en general estos signos de erosión son poco frecuentes.

Las características de los minerales resistentes transparentes son más o menos análogas a las ya descritas para las muestras de las series Norte, por lo que no entramos en detalle; únicamente indicaremos que la *turmalina*, por lo que se refiere a los sedimentos de estas series, abunda la de color rosado, con fuerte pleocroísmo violáceo (principalmente en las series S-5 y S-4), junto con las variedades pardas y verdosas comunes, y otras azuladas y bicolores.

En cuanto a la estaurolita, que es en las series Sur el mineral «guía», se presenta en granos de hábito prismático con aristas vivas, otras quebradas, del mismo tamaño que el de los minerales acompañantes; su coloración aquí es de un amarillo miel; muy pocos muestran signos de alteración superficial y las inclusiones carbonosas tampoco son frecuentes. La distena y la andalucita son escasas y poco frecuentes.

Respecto a los *sulfatos* no incluidos en los porcentajes, se encuentran en varias series; en la S-4, una de cuyas muestras, número 75, está casi formada por celestina y baritina.

La anhidrita abunda en las muestras números 52 y 51 de la serie S-2 y se identifica en varias muestras de la serie SE.

Hemos añadido a nuestros resultados los obtenidos por J. Pérez-Mateos en estudios anteriores, y que han sido publicados en dos trabajos: «Study of the soils of the Ebro Valley. II. Provinces of Huesca and Zaragoza; I. Provinces of Navarra and Logroño» (1960-1961), y otro trabajo: «Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde N. de la cuenca del Ebro», de O. Riba y J. Pérez-Mateos (1962). Estos resultados se han agregado a continuación de los nuestros en las tablas de las series N-3, N-2, Este, S-5, S-3 y SE, con lo que completamos nuestros datos, observando que las asociaciones mineralógicas se mantienen constantes. También, en un estudio posterior de la zona de Caspe-Chiprana (O. Riba, J. Villena, J. Quirantes, 1967), la mineralogía revela presencia de epidota-estaurolita, tratándose de una asociación mineralógica de tránsito, propia del centro de la cuenca, por encontrarse esta zona comprendida entre un sector norte con abundancia de epidota y nada de estaurolita, y otro sur en que el mineral característico es la estaurolita y ausencia de epidota. Todos estos datos nos han permitido agrandar los límites de las provincias petrográficas que habíamos obtenido con nuestro estudio.

Fracción «ligera»

Series Norte.

Se observa un predominio de cuarzo, con porcentajes hasta de 80 por 100, en algunas muestras, siguiéndole en número las alteritas y siendo escasa la cantidad de feldespatos (7 por 100), con valores similares en plagioclasas y ortoclasas. Las series N-1 y Este son las que presentan mayor riqueza en estos minerales, llegando en la serie última a ser de un 30 por 100.

Series Sur.

Disminuye aún más el número de feldespatos en favor del cuarzo, que en esta zona alcanza valores superiores al 80 por 100. Es de notar que en la serie SE únicamente encontramos feldespatos potásicos, mientras que en las restantes encontramos de las dos clases.

TABLA NÚM. 1

Serie N-3

	NÚMERO DE MUESTRA																					
	114	115	116	117	119	120	118	121	43	44	45	46	47	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Op. naturales	18	12	11	30	23	13	20	3	17	16	1	8	3	36	70	90	16	37	10	16	95	312
Op. alteración + alteritas	185	95	170	64	161	92	47	66	108	63	26	80	160	45	110	120	90	160	45	60		
Turmalina	33	20	38	22	35	39	48	29	16	14	14	32	28	44	30	26	26	9	26	20	47	39
Circón	49	45	40	48	32	31	21	53	59	69	33	57	29	21	46	55	64	70	32	37	32	45
Granate	2	4	4	8	13	16	10	2	4	3	5	2	17	24	4	6	3	3	3	6	11	66
Rutilo	12	12	15	13	11	7	12	16	15	13	7	8	8	5	8	9	2	9	13	12	6	7
Anatasa	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	3	1	1	—	—
Titanita	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	3	1	21	5	—	—
Broquita	1	—	—	1	1	1	1	—	2	—	—	1	—	—	—	1	2	—	—	1	—	1
Estaurolita	2	1	—	1	3	1	4	—	4	1	1	—	1	2	—	—	—	1	3	—	4	2
Distena	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Andalucita	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Epidota	—	17	3	5	3	2	3	—	—	—	—	—	17	3	8	—	—	—	—	18	—	—

Indice de madurez de transparentes: 93,3.
Indice de madurez de opacos: 7,5.

A = muestra de Los Arcos.
B = » » Legarda.
C = » » Obanos.
D = » » Artazu.
E = » » Cirauqui.
F = » » Cirauqui.
G = » » Cirauqui.
H = » » Ribas de Tereso.
I = » » San Martín de Unx.

TABLA NÚM. 2

Serie N-2

	NÚMERO DE MUESTRA																				
	25	24	26	23	22	21	20	27	28	29	19	18	11	17	10	9	7	16	12	14	13	A
Op. naturales	15	9	22	13	14	11	20	10	10	7	4	4	13	12	13	5	16	13	37	6	7	405
Op. alteración + alteritas	151	84	163	109	135	199	185	126	82	185	138	125	75	190	120	144	62	54	86	70	78	
Turmalina	10	24	15	32	41	29	54	15	21	44	40	38	16	34	15	24	20	35	23	22	30	36
Circón	58	35	35	20	13	19	13	28	30	10	10	44	56	32	57	58	54	43	47	52	46	45
Granate	6	1	20	10	16	17	20	8	17	30	24	8	6	6	12	10	4	5	6	6	4	10
Rutilo	12	12	10	12	7	8	1	10	10	7	10	4	17	22	11	2	19	15	19	18	18	7
Anatasa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Titanita	—	—	1	2	2	1	—	—	—	1	2	—	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—
Broquita	—	—	1	1	—	—	—	—	2	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	1	—	1
Estaurolita	—	—	—	2	1	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distena	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—
Andalucita	—	1	2	—	—	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Epidota	14	27	16	21	20	24	11	39	19	6	12	5	2	—	4	—	1	2	4	—	1	—
Anfíboles	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	4	2	—	—	—	—	—

Indice de madurez de transparentes: 88,2.

Indice de madurez de opacos: 10,7.

A = Muestra de Ardisa.

TABLA NÚM. 3

Serie N-1

	NÚMERO DE MUESTRA								
	108	107	106	105	104	103	101	100	97
Op. naturales	11	4	14	9	8	10	25	25	25
Op. alteración + alteritas	116	119	128	158	110	43	71	51	57
Turmalina	22	11	19	20	21	9	15	18	18
Circón	32	5	15	36	43	55	25	60	17
Granate	26	45	33	19	15	15	28	11	49
Rutilo	16	1	2	11	14	15	8	10	9
Anatasa	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Titanita	1	1	2	1	—	—	2	—	1
Broquita	—	—	—	—	1	—	3	1	2
Estaurolita	—	2	1	—	—	1	4	—	—
Distena	—	—	1	—	—	1	—	—	—
Andalucita	1	1	1	1	—	—	—	—	4
Epidota	2	34	25	12	6	4	15	—	—

Indice de madurez de transparentes: 88.
Indice de madurez de opacos: 6,5.

TABLA NÚM. 4

Serie N-Barbastro

	NÚMERO DE MUESTRA				
	112	113	111	110	109
Op. naturales	5	11	14	21	2
Op. alteración + alteritas	94	50	96	75	78
Turmalina	25	10	28	12	3
Circón	10	7	34	18	6
Granate	47	3	8	7	1
Rutilo	2	4	14	6	2
Anatasa	—	—	—	1	—
Titanita	2	—	1	—	1
Broquita	—	—	—	1	—
Estaurolita	—	—	—	—	—
Distena	—	—	—	—	—
Andalucita	—	1	—	4	3
Epidota	14	75	15	51	83

Indice de madurez de transparentes: 50,8.
Indice de madurez de opacos: 7,4.

TABLA NÚM. 5

Serie Este

	NÚMERO DE MUESTRA							
	31	33	35	36	38	39	S	Z
Op. naturales	12	12	19	20	8	6	80	150
Op. alteración + alteritas	37	128	115	68	117	50		
Turmalina	21	15	15	7	14	24	32	11
Circón	40	61	62	29	13	29	25	22
Granate	19	11	12	15	42	24	13	33
Rutilo	9	10	6	18	4	18	11	15
Anatasa	2	—	1	—	—	—	1	1
Titanita	—	—	—	—	—	—	—	1
Broquita	—	—	—	—	—	—	2	1
Estaurolita	4	—	—	2	1	—	—	6
Distena	—	—	—	1	—	—	—	1
Andalucita	—	—	—	—	1	—	—	—
Epidota	5	3	4	28	24	5	16	6

Indice de madurez de transparentes: 88,1.
Indice de madurez de opacos: 6,7.
S = muestra de Sarroca.
Z = muestra de Zaidín.

TABLA NÚM. 6

Serie S-5

	NÚMERO DE MUESTRA				
	91	87	88	90	A
Op. naturales	32	4	18	7	151
Op. alteración + alteritas	115	250	157	101	
Turmalina	53	58	44	32	58
Circón	39	20	32	32	32
Granate	—	2	2	9	2
Rutilo	8	18	15	12	6
Anatasa	—	1	3	—	1
Titanita	—	—	—	1	—
Broquita	—	1	—	1	1
Estaurolita	—	—	1	4	—
Distena	—	—	1	1	—
Andalucita	—	—	—	2	—
Epidota	—	—	2	6	—

Indice de madurez de transparentes: 97.
Indice de madurez de opacos: 10,2.
A = muestra de Ausejo.

TABLA NÚM. 7

Serie S-4

	NÚMERO DE MUESTRA					
	80	82	85	79	77	76
Op. naturales	10	23	132	13	8	3
Op. alteración + alteritas	547	340	215	626	68	90
Turmalina	20	27	51	26	11	21
Circón	77	59	34	68	63	55
Granate	—	1	—	—	—	—
Rutilo	2	12	13	6	20	19
Anatasa	—	—	—	—	3	1
Titanita	—	—	—	—	—	—
Broquita	—	—	1	—	1	3
Estaurolita	—	1	—	—	—	—
Distena	—	—	—	—	1	—
Andalucita	—	—	—	—	—	—
Epidota	—	—	1	—	1	—

Indice de madurez de transparentes: 99,5
Indice de madurez de opacos: 9,9.

TABLA NÚM. 8

Serie S-8

	NÚMERO DE MUESTRA					
	5	4	3	2	1	L
Op. naturales	20	7	4	2	3	138
Op. alteración + alteritas	102	180	35	92	116	
Turmalina	17	26	24	25	14	46
Circón	56	36	52	41	55	39
Granate	3	1	1	1	17	—
Rutilo	24	34	23	31	13	9
Anatasa	—	—	—	—	—	2
Titanita	—	1	—	—	—	—
Broquita	—	—	—	—	—	—
Estaurolita	—	2	—	—	1	—
Distena	—	—	—	—	—	—
Andalucita	—	—	—	2	—	4
Epidota	—	—	—	—	—	—

Indice de madurez de transparentes: 99,6.
Indice de madurez de opacos: 14,6.
L = muestra de Longares.

TABLA NÚM. 9

Serie S-2

	NÚMERO DE MUESTRA									
	56	57	55	58	59	54	53	52	50	48
Op. naturales	18	14	19	11	2	30	10	9	7	43
Op. alteración + alteritas	233	86	50	117	625	534	179	351	74	210
Turmalina	25	13	20	33	61	20	22	10	17	31
Circón	35	46	41	42	15	39	57	56	70	44
Granate	7	13	8	2	10	6	1	5	1	10
Rutilo	12	18	16	10	5	29	18	29	12	15
Anatasa	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Titanita	1	2	2	—	2	1	—	—	—	—
Broquita	—	2	1	1	—	1	1	—	—	—
Estaurolita	15	2	6	9	7	4	—	—	—	—
Distena	2	3	4	1	—	—	—	—	—	—
Andalucita	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Epidota	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Indice de madurez de transparentes: 98,6.
Indice de madurez de opacos: 15.

TABLA NÚM. 10

Serie S-1

	NÚMERO DE MUESTRA				
	66	65	64	63	60
Op. naturales	7	1	39	25	28
Op. alteración + alteritas	155	100	93	318	162
Turmalina	40	58	37	39	13
Circón	13	13	33	37	59
Granate	5	5	5	7	10
Rutilo	9	3	6	9	17
Anatasa	—	—	—	—	—
Titanita	1	2	1	—	—
Broquita	2	—	1	1	1
Estaurolita	25	16	12	5	—
Distena	5	3	4	—	—
Andalucita	—	—	1	2	—
Epidota	—	—	—	—	—

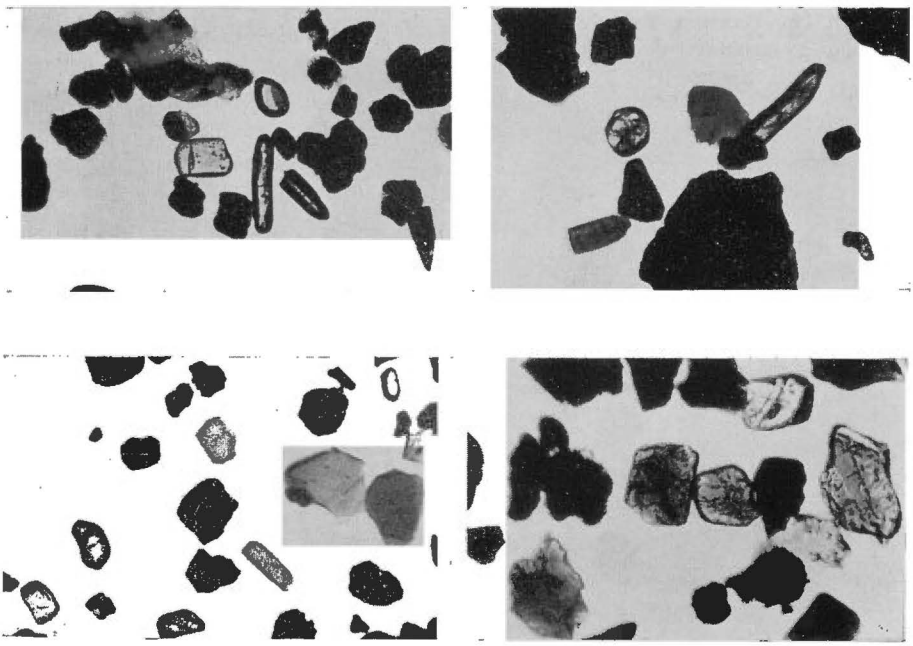
Indice de madurez de transparentes: 97.
Indice de madurez de opacos: 8,3.

TABLA NÚM. 11

Serie SE

	NÚMERO DE MUESTRA								
	74	73	72	71	70	69	68	67	C
Op. naturales	23	19	13	20	24	9	12	6	61
Op. alteración + alteritas	93	82	55	42	80	65	85	81	
Turmalina	31	46	64	20	40	30	62	44	52
Circón	39	25	18	49	33	36	17	14	32
Granate	5	9	6	10	8	10	2	8	5
Rutilo	11	10	9	9	16	9	6	14	6
Anatasa	1	1	—	2	2	—	—	—	1
Titanita	5	—	—	—	1	—	2	—	—
Broquita	1	2	1	—	1	1	—	—	1
Estaurolita	5	7	2	10	2	10	9	14	1
Distena	1	—	—	—	—	2	1	6	—
Andalucita	1	—	—	—	—	2	1	—	2
Epidota	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Indice de madurez de transparentes: 98,5.
Indice de madurez de opacos: 4,8.
C = muestra de Caspe.



Fotos 1-4.—Conjuntos de minerales resistentes: turmalina, circón, rutilo y opacos

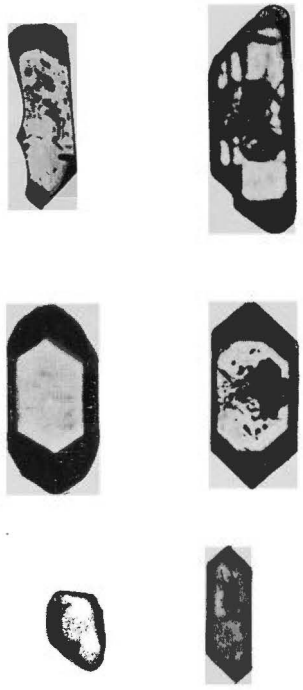


Foto n.º 5.—Circones. Diferentes cristales prismáticos y uno redondeado

Foto n.º 6.—Turmalinas prismáticas

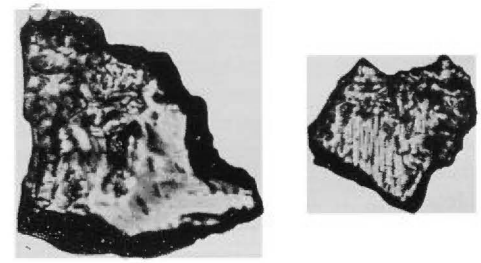


Foto n.º 7.—Granates

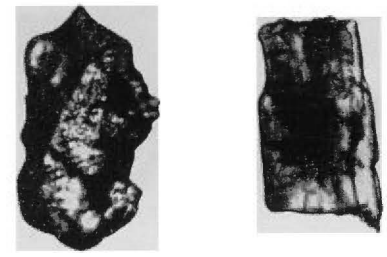


Foto n.º 8

Epidota Zoisita

Foto n.º 9.—Rutilos en macla

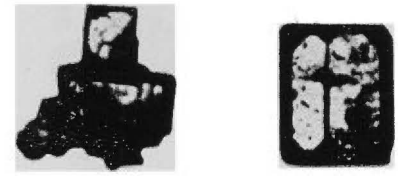


Foto n.º 10.—Tabletas de anatasa

Consideraciones

A la vista de los resultados obtenidos, resaltamos la pobreza de especies minerales existentes en el Terciario del Ebro, y el hecho de que casi exclusivamente subsistan las especies más resistentes: turmalina, circón, granate, rutilo, anatasa, broquita, titanita, entre los de densidad mayor a 2,9 y el cuarzo entre los ligeros, hace interesante un estudio sobre la estabilidad de minerales en relación con las áreas distributivas y el ambiente físico-químico de la cubeta sedimentaria durante y después de la deposición.

Para interpretar debidamente las asociaciones de minerales halladas en nuestro estudio, tenemos que hacer las siguientes consideraciones: Debemos tener presente que los sedimentos detríticos depositados dependen en su origen de la composición y de la extensión relativa de los distintos tipos de rocas del área distributiva de donde se han derivado. Ahora bien, estos minerales detríticos han ido sufriendo procesos de envejecimiento, debidos:

1) En primer lugar, a los procesos edáficos, cuyos factores son clima, vegetación, situación geológica, etc., que pueden haber producido profundas alteraciones en la composición mineralógica de la roca madre.

2) Posteriormente, los sedimentos pueden haber sufrido uno o más ciclos sedimentarios, es decir: que hayan sido erosionados y vueltos a depositar en sucesivas etapas de la evolución geológica, para dar lugar, finalmente, a los sedimentos de edad terciaria.

3) Como proceso final de envejecimiento, tenemos las alteraciones sufridas en la misma área de deposición durante la sedimentación, e incluso, posteriormente a ésta. Es decir, el ambiente físico-químico tiene que haber influido notablemente.

Respecto al clima y suelos derivados, las deducciones son siempre muy indirectas y hay que basarlas en evidencias paleobiológicas y en la interpretación de los depósitos como sedimentos edáficos. En el Terciario del Ebro, ya se ve que hay una disimetría de colores en los sedimentos, siendo uno de los rasgos más patentes y que ha sido utilizado por parte de los geólogos en el estudio de este Terciario, como criterio diferencial de las facies litológicas. Así, por ejemplo, Riba (1955 y 1964) distingue una facies de Nájera rosada de una facies de Haro pardo-amarillenta, que en parte son contemporáneas.

Se ha visto, por parte de los autores repetidamente citados, que la distribución de colores obedece a dos hechos:

1.º) En general, las facies de procedencia pirenaica son de tonos más amarillentos o pardos que las de procedencia meridional.

2.º) Se nota, observando la serie estratigráfica en sentido ascendente, un empardecimiento de los sedimentos hacia lo alto de la mis-

ma. Así, pues, los materiales terciarios del Eoceno superior y Oligoceno inferior del reborde pirenaico, son de tonos intensamente rojos (facies de Oliana, Peraltilla, Barbastro, Mués y Cirauqui), mientras que el Oligoceno superior y el Mioceno tienen color homogéneamente amarillo o pardo, como ocurre en Solsona, Sádaba, Luna, Tafalla y Haro.

El reborde sur es casi siempre rojizo, haciendo algunas excepciones, como es el caso de la zona de Valderrobles.

Cada ciclo sedimentario constituye de por sí un proceso doble de meteorización y transporte-sedimentación, con la consiguiente merma de minerales, tanto por meteorización como por destrucción mecánica. Es evidente que los depósitos terciarios derivados de macizos paleozoicos pueden haber sufrido dos ciclos erosivos: uno al transformarse en materiales mesozoicos, y otro, al ser nuevamente erosionados para dar lugar a los sedimentos terciarios de la cuenca del Ebro. Los materiales de la Era Secundaria, e incluso del Eoceno, es decir, del ciclo alpino, podrán haber sufrido únicamente un ciclo erosivo. Los sedimentos derivados de materiales paleozoicos (que ya sufrieron un primer ciclo) pudieron verse total o parcialmente metamorfizados, según las áreas; entre ellas, podemos considerar los macizos del Pirineo axial, especialmente las aureolas metamórficas de contacto. Además, en la Cordillera Ibérica tenemos el macizo del Moncayo y la Sierra de la Demanda, que también han sufrido metamorfismo incipiente. Además, contamos con posibles aportes de índole metamórfica, procedentes de la meseta, aunque resulte algo aventurado querer afirmar que haya habido en el Ebro materiales de esta naturaleza.

Finalmente, tenemos la cuestión relativa a las alteraciones sufridas por las condiciones físico-químicas del área de sedimentación. Este es un factor que hay que tener muy en cuenta, por cuanto aquella zona fue un área de lagunas endorreicas, con alta salinidad, que pudo producir alteraciones *in situ* muy fuertes, debido a la acción de los aniones más abundantes en dichas aguas: $SO_4^=$, CO_3H^- y Cl^-, y a los cationes Ca^{++}, Na^+ y Mg^{++}, siempre en pH alcalino.

El conjunto de las asociaciones de minerales pesados nos muestra una pobreza extraordinaria en minerales alterables, cosa que viene manifestada por la presencia de porcentajes muy altos de opacos de alteración y de alteritas. Abundando en esta idea, resulta muy significativa la comparación de asociaciones de minerales terciarios con las de aluviones actuales. Lamentando no disponer de datos abundantes sobre sedimentos cuaternarios, podemos, de todas formas, utilizar unos análisis realizados por T. Aleixandre, relativos a muestras de varios ríos en zonas muy próximas a Zaragoza, y que constituyen parte de la tesis doctoral de E. Martínez Reyes.

Se observa la mayor abundancia de minerales alterables, especialmente para el río Gállego, en que la mitad de los minerales son andalucita y especialmente anfíboles. Además, los minerales opacos de al-

teración son menos abundantes que en los sedimentos terciarios. Igual pasa con la presencia de feldespatos en el Gállego, río que sabemos arrastra gravas de elementos graníticos y metamórficos arrancados de los macizos de cabecera. De esto deducimos que el clima actual es mucho menos agresivo que el que pudo reinar en tiempos terciarios.

Si partimos de que las asociaciones actuales son reflejo de la composición media del roquedo aflorante en las áreas distributivas, podemos incluso deducir aquí que los minerales más inestables son, por este orden, anfíboles, andalucita y piroxenos.

En esta interpretación que intentamos dar aquí, partimos del principio, discutible, de que la composición del área distributiva no ha cambiado sustancialmente desde tiempos del Terciario hasta ahora, y que la red fluvial no ha modificado su distribución y áreas de drenaje; ya volveremos a insistir sobre esta importante cuestión.

Madurez de los sedimentos

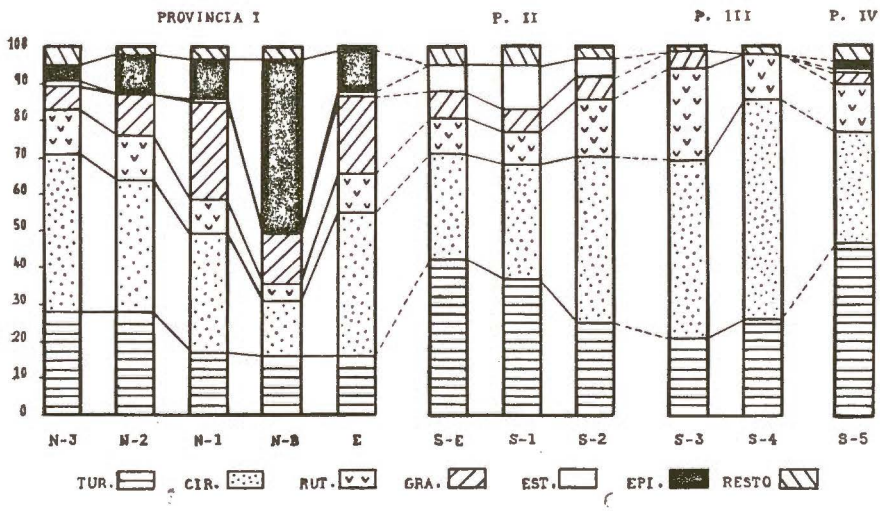
Ha habido ya algunos autores, como Pettijohn, que han querido dar una expresión numérica a este concepto que estamos tratando aquí.

Proponemos el *índice de madurez para minerales opacos* que, desafortunadamente, tan abundantes se presentan en los sedimentos estudiados.

Este índice puede expresarse de la manera siguiente:

$$\text{Imo} = \frac{\text{m. opacos alteración}}{\text{m. opacos naturales}} \quad \begin{matrix} \text{Sedimentos maduros} = \text{Imo alto} \\ \text{Sedimentos inmaduros} = \text{Imo bajo.} \end{matrix}$$

HISTOGRAMA DE LOS MINERALES DE LAS DISTINTAS PROVINCIAS



Para cada serie obtenemos los resultados que van al final de las tablas de minerales.

Como vemos, los índices extremos van de 4,8 a 15, valores los dos que se dan en la zona sur del Ebro, siendo más homogéneos los de la parte norte.

Finalmente, también proponemos otro índice de madurez, al que llamaremos *índice de transparentes*, y que es el obtenido de la diferencia entre minerales pesados estables y minerales pesados inestables que, como en el caso anterior, también da resultados variables de valor paleogeográfico y paleoclimático (tablas de minerales):

Imt = % m. pesados estables — % m. pesados inestables
Sedimentos maduros: Imt alto
Sedimentos inmaduros: Imt bajo

Para hallar estos valores, hemos considerado como resistentes los minerales turmalina, circón, granate, rutilo, anatasa, broquita, titanita y estaurolita.

Como vemos, mientras que las series S presentan un mantenido y alto índice de madurez, las series N decrecen de Oeste a Este, dando el valor más bajo la serie N-Barbastro con un 50 por 100 de minerales inestables.

Con todas las consideraciones precedentes llegamos a la conclusión de que, en efecto, los sedimentos terciarios han sufrido tres procesos distintos de alteración que les han conferido unos altos índices de madurez. Ahora bien, nos parece escapa a nuestro juicio el poder discriminar o ponderar en cuanto cada uno de estos procesos, considerados aisladamente, hayan podido producir el conjunto de alteraciones que acabamos de señalar. Lo que conocemos es el resultado total de los mismos. Quizá, el que puede darnos resultados directos y más fidedignos sea el proceso de alteración *in situ*, ya que para una misma capa de igual edad, se verifica un tránsito lateral de envejecimiento desde el borde de la cuenca hacia el centro de la misma.

Significación geológica de las asociaciones de minerales

En el gráfico adjunto se presenta la agrupación de las muestras en once series dentro de la cubeta sedimentaria. En primer lugar, permite distinguir dos zonas, a un lado y otro del río Ebro. Siguiendo la margen izquierda tenemos las cinco series Norte y por este orden: N-3, N-2, N-1, N-Barbastro y Este. En la margen derecha o meridional se sitúan las series S-5, S-4, S-3, S-2, S-1 y SE (ver mapa núm. 1).

Así vemos que los minerales resistentes comunes: turmalina, circón y rutilo, están en un porcentaje más alto en los materiales de la mitad sur de la cubeta con valores del 33, 40 y 14 por 100, respectivamente,

mientras que en la mitad norte estos valores se corresponden con 21 por 100 para la turmalina, 27,5 por 100 para el circón y 9,9 por 100 para el rutilo.

El total de resistentes comunes para la zona Sur es de 91,6 por 100, y para la zona Norte es de 74 por 100. El resto, hasta cien en cada serie, está formado por minerales resistentes de titanio: anatasa, broquita y titanita, en muy poca cantidad, y fundamentalmente por minerales metamórficos, principalmente estaurolita y epidota-zoisita. Precisamente, ateniéndonos a estos últimos minerales, se pueden definir dos grandes provincias petrográficas, a un lado y otro del río Ebro, correspondiendo a un relleno sedimentario bilateral.

En las seis series del Sur se encuentra estaurolita, en porcentaje relativamente elevado en las tres series, SE, S-1 y S-2, y muy bajo en las restantes, dando un total de 4,2 por 100. De las cinco series del Norte, sólo falta estaurolita en la N-Barbastro, pero en las restantes está en una cantidad muy pequeña: 0,9 por 100.

En cuanto a la epidota, sólo está presente en las series S-4 y S-5 de la zona Sur, en un total de 1,1 por 100. Es en la zona Norte donde su abundancia es patente. Los porcentajes son bastante elevados en cada serie, especialmente en la N-Barbastro, que arroja un porcentaje de 47,6 por 100, y un promedio para todas las series, del 16,6 por 100.

Interpretación y conclusiones que se deducen del análisis mineralógico de arenas

El Ebro actual separa dos provincias netamente distintas:

1.ª) *Provincia Norte o Centropirenaica*

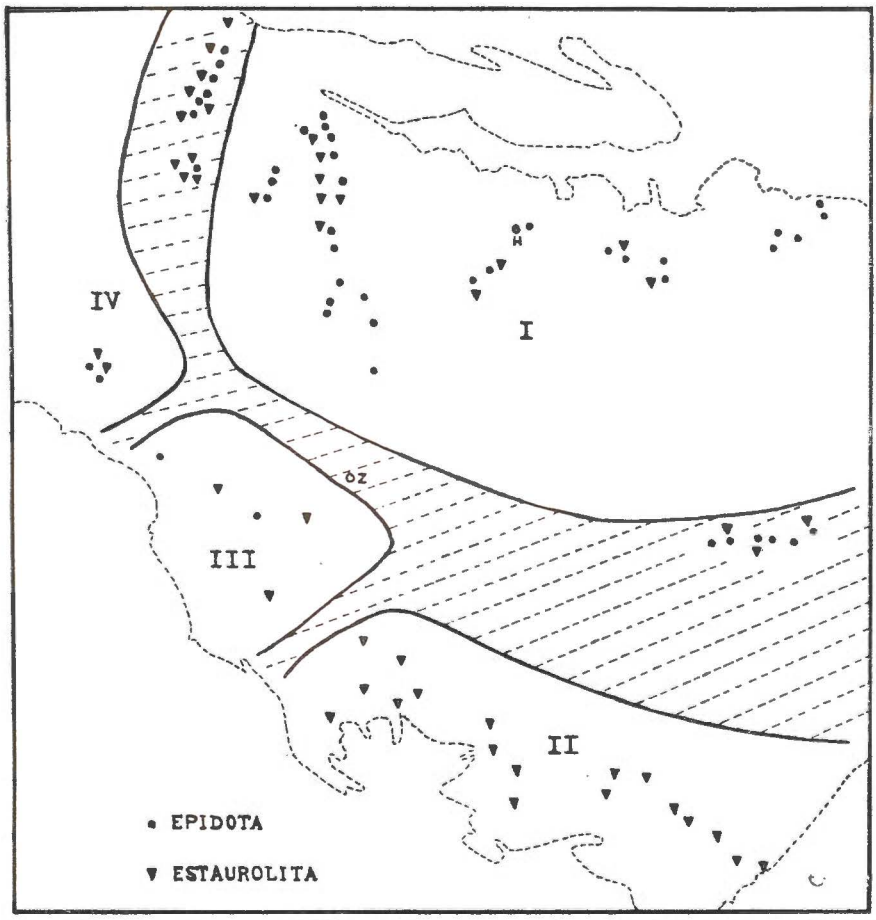
Se caracteriza por la presencia de epidota, granate, abundando otros minerales metamórficos, que parecen derivados de los macizos graníticos y paleozoicos del Pirineo axial.

Hacia el Oeste de esta provincia, la asociación mineralógica se empobrece, decreciendo la epidota, pero se mantiene constante el granate y aumenta la proporción de estaurolita, sin ser nunca ni dominante ni constante. Al entrar en Navarra, ya podemos considerar las asociaciones como pertenecientes a otra provincia petrográfica, que se caracteriza por circón, turmalina y granate constantes, por encima del 10 por 100; rutilo también constante, aunque por debajo del 10 por 100; estaurolita esporádica, más alguna epidota, andalucita y distena. La *provincia navarra* presenta en sentido vertical, de arriba a abajo, como característica la desaparición total de minerales metamórficos. Muy probablemente, esto también es aplicable para la serie de Peraltilla (ver Crusafont, Riba y Villena, 1966), aunque el número de muestras (107 y 108)

es muy escaso, para afirmar este hecho en la serie centropirenaica aragonesa.

El enlace de nuestros resultados en Aragón con los obtenidos anteriormente en la parte riojana y navarra del Ebro, no es una cuestión sencilla de establecer. En efecto, las series situadas al sur y norte del Ebro presentan asociaciones demasiado semejantes, que no permiten, a nuestro modo de ver, la prolongación hacia el Oeste de la línea divisoria principal que hemos trazado en Aragón (mapa 3). Nos faltan, por otro lado, datos mineralógicos de la parte catalana de la depresión. Por esta razón, nos parece prudente no querer alcanzar prematuramente conclusiones generales, dejándolo para más adelante en un estudio de conjunto.

En el trabajo de O. Riba y J. Pérez-Mateos (1962), se demostró en



Mapa n.º 3. Provincias sedimentarias:
I Prov. Centropirenaica.—II Prov. Bajo Aragón.—III Prov. Cariñena.—IV Prov. Moncayo

Navarra el empobrecimiento de las asociaciones en sentido estratigráfico descendente. Pero este hecho no implica un cambio sustancial de los afloramientos en las áreas distributivas, sino que tenemos que interpretarlo como un aumento del índice de madurez, por efecto de un clima más agresivo a principios del Terciario y que progresivamente se haría más suave a finales del Mioceno, disminuyendo el mencionado índice.

El principio llamado de la «montaña invertida», que implica una superposición de asociaciones de minerales pesados en sentido inverso al de superposición de las envolventes de las áreas montañosas, no es aplicable en Navarra, porque los Pirineos occidentales no se han visto todavía desmantelados de la cobertera mesozoico-terciaria, pero en cambio esto si ha sucedido en el área aragonesa. Este desmantelamiento de los Pirineos axiales se habrá producido de Este a Oeste, y este hecho, a nuestra manera de ver, viene reflejado precisamente por la evolución de las asociaciones epidotíferas, más ricas al Este y menos al Oeste.

Las provincias situadas al sur del Ebro, aunque no presentan caracteres diferenciales muy claros entre sí, un análisis detenido nos señala las asociaciones minerales que pueden constituir provincias petrográficas.

2.ª) *Provincia del Sur del Ebro*

a) *Provincia del Bajo Aragón* (series S-2, S-1 y SE).

Caracterizada por circón y turmalina constantes y por encima del 10 por 100; rutilo y granate constantes y por debajo del 10 por 100, y como mineral metamórfico, constante y característico, la estaurolita, acompañada de algo de distena y andalucita, y ausencia total de epidota.

b) *Provincia de Cariñena* (series S-4 y S-3).

Tiene circón, turmalina y rutilo constantes y abundantes, granates esporádicos, al igual que la estaurolita, y muy raros los minerales andalucita, distena y epidota.

c) *Provincia del Moncayo* (serie S-5).

Es la más reducida de todas ellas y parecida a la anterior; tiene turmalina, circón y rutilo constantes y por encima de 10 por 100; granates más abundantes que en la provincia de Cariñena, y también presencia de estaurolita y epidota, siendo la andalucita y distena, raras.

RESUMEN

Con los datos obtenidos en el análisis mineralógico, se han delimitado en la cuenca terciaria del Valle del Ebro dos provincias netamente distintas, separadas por este río. Una es la Provincia Norte o Centro-pirenaica, caracterizada por la presencia de epidota, siendo la otra la Provincia Sur, dividida a su vez en otras tres: provincia del Bajo Aragón, provincia de Cariñena y provincia del Moncayo, y como mineral característico la estaurolita, dentro del conjunto mineralógico de estos sedimentos.

Instituto de Edafología y Biología Vegetal (Madrid)

BIBLIOGRAFÍA

ALBAREDA, J. M., GUERRA, A., MONTURIOL, F., PÉREZ-MATEOS, J., GARCÍA VICENTE, J. y ALONSO, J. J. 1960-1961. Study of the soils of the Ebro Valley. II. Province of Huesca and Zaragoza. Inst. Edaf. y Fis. Veg. C. S. I. C. Madrid.

ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A. 1968. Algunas modificaciones en las técnicas aplicadas en el estudio mineralógico de arenas. An. Edaf. Agrobiol. T. XXVII, n.º 7-8, páginas 563-567.

ALLEN, V. T. 1948. Weathering and heavy minerals. V. 18, 38-42. Journ. Sedim. Petro.

BERSIER, A. 1958. Sequences detritiques et divagations fluviales. Ext. de Eclogae Geologicae Helvetiae. Vol. 51, n.º 3, pág. 854. V Congr. Sédim.

— — 1958. Exemple de sédimentologie cyclothématique dans l'Aquitaine de Lausanne. Extr. de Eclogae Geologicae. Helvetiae. Vol. 51, n.º 3, pág. 842. V Congr. Inter. Sédim.

BOSWELL, P. G. H. 1941. The stability of minerals in sedimentary rocks. Quarterly Journal of the Geolog. Soc. of London, XCVII, 56-75.

BOUCART, B. et autres. 1943. Techniques d'étude des sédiments. Paris, Herman et Cie., 110 pp.

CAILLERE, S, BIROT, P. y HERING, S. 1952. Formation d'un mineral argileux par altération expérimentale d'un gabbro. Compte rendu Académie Science. Vol. 234, 2104-2106. Paris.

CIRY, R. 1954. Sur divers types de transgressions marines. R. S. E. H. N. Vol. Homenaje Hernández-Pacheco, 161-170.

CORRENS, C. W. 1951. La descomposición química de los silicatos en el laboratorio y en el suelo. Anales Edafol. Fisiología Vegetal, X, 625-635.

CRUSAFONT, M. RIBA, O. y VILLENA, J. 1966. Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (río Formiga, provincia de Huesca) y sus consecuencias geológicas. Notas y Com. IGME.

DEER, W. A., HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, J. 1962. Rock Forming minerals. Vol. I y II. London.

DOEGLAS, D., FAVEJEE, J., NOTA, D. y VAN DER PLAS, L. 1965. On the identification of feldspars in soils. Medelingen van de Landbouwhogeschool. Wagencingen, Holanda.

ERHART, H. 1956. La genése des sols en tant que phenomène géologique. 83 pp. Masson et Cie. Paris.

FONT ALTABA, M. 1960. Atlas de Mineralogía. Barcelona, Dalmau y Jover.

FREDERICKSON, H. F. 1951. Mechanism of weathering. Geol. Soc. Amer. Bull., 62. 221-232.

GIGNOUX, M. 1950. Géologie Stratigraphique. Masson et Cie. Paris.

GROVES, A. W. 1958. Gypsum and anhydrite. Overseas Geololgy Surveys. London, 108 pp.

PÉREZ-MATEOS, J. 1953. La determinación microscópica de los minerales detríticos y sus métodos de estudio. Anal. Edaf. y Fis. Veg., XII, 9-10.

— — 1965. Análisis mineralógico de arenas. Manuales de Ciencia Actual, núm. 1, 265 pp. C. S. I. C. Madrid.

PETTIJOHN, F. J. 1941. Persistence of heavy minerals and geological age. Journ. Geolo., 49, 610-625.

RIBA, O. 1955. Sur le type de sedimentation du tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre. Geolg. Rundschan. T. 43, n.º 2, pp. 363-371, 1 fig. Stuttgart.

— — y PÉREZ-MATEOS. 1962. Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde norte de la cuenca del Ebro (Navarra). Inst. Edaf. Sec. Petr. Sed. «II Reunión del Gr. Esp. de Sed., Sevilla, 1961», pp. 201-221, 3 fig. Madrid.

— — 1964. Estructura sedimentaria del Terciario continental de la depresión del Ebro, en su parte riojana y navarra. Aport. Esp. al XX Cong. Geol. Inter., C. S. I. C., Inst. Geogr. «Elcano»

— — VILLENA, J. y QUIRANTES, J. 1967. Nota preliminar sobre la sedimentación en paleocanales terciarios de la zona de Caspe-Chiprana (provincia de Zaragoza). Anal. Edaf. y Agrobiol., XXVI, 1-4, 617-634.

SMITHSON, F. 1941. The alteration of detrital minerals in the Mesozoic rocks of Yorkshire. Geol. Magaz., LXXVIII, 2, marzo-abril.

— — 1950. The mineralogy of arenaceous deposits. From science progress, n.º 149, January.

STRAKHOV, N. M. 1957. Méthodes d'étude des roches sédimentaires. T. I et II. Paris.

TERMIER, H. et G. 1960. Erosion et Sédimentation. 412 pp., Masson et Cie. Paris.

URBAIN, F. 1937. Introduction a l'étude pétrographique et géochimique des roches argileuses, 2 vol. Paris.

Recibido para publicación: 12-I-68

AUXIN ACTIVITY OF PHLOROGLUCINOL AND ITS EFFECT ON THE ACTION OF IAA ON AVENA COLEOPTILE SECTIONS

by

ERNESTO VIEITEZ and ADELINA VAZQUEZ

RESUMEN

ACTIVIDAD AUXINICA DEL FLOROGLUCINOL Y SU EFECTO SOBRE LA ACCION DEL AIA EN EL CRECIMIENTO DE SECCIONES DE COLEOPTILOS DE AVENA

Se ha estudiado la acción del florog'ucinol, solo y combinado con AIA, sobre el crecimiento de secciones de coleoptilos de avena, comprobándose que es activo cuando actúa en concentraciones de 100 a 1.500 µg/ml, mostrando la máx'ma actividad con 1.000 µg/ml de floroglucinol. Al adicionarle AIA, en dosis de 0,025, 0,1, 0.5 y 1,0 µg/ml, se incrementa sensiblemente la acción del fenol, observándose cómo el efecto sinérgico aumenta al incrementar la concentración de AIA hasta 1 µg/ml. El máximo de sinergismo se produjo con la concentración óptima de floroglucinol, 1.000 µg/ml. Con las dosis inferiores del fenol el efecto es aditivo.

INTRODUCTION

Most of the more complex and widely occurring plant polyphenols contain phloroglucinol as a component of their molecules. Simple phenol themselves appear to be uncommon as plant constituents. The natural occurrence of phloroglucinol (1,3,5-benzenetriol) has been reported in some plants. According to Harborne and Simmonds (1964) free phloroglucinol has been found in the cones of *Sequoia sempervirens;* in the scales of *Allium cepa* and in the commercial products of tea. In the peel of some Citrus fruits it is found as the glycoside phloridzin. Hillis (1960) isolated phloroglucinol from *Pterocarpus marsupium*, by acid hydrolysis. Reidl (1962) reported that certain simple phloroglucinol dedivatives occur in the rhizomes of *Dryopteris* sp. as well as in some hop resinns, such as humulone and lupulone in *Humulus lupulus* (Harborne and Simmonds, 1964, l. c.).

Doby (1965) reports that phloroglucinol occurs in the free state or combined as a glycoside such as quercitin, hesperedin, anthocyan pigments and some flavones. Phloridzin is its most frecuent complex glycoside, present in bark of root and stems of pear, plum, apples, etc. Phloroglucinol occurs also in lignified tissues; it participates in the structure of tanning agents and in the composition of the bark and seed shells pigments. During the germination phloroglucinol moves from seed shell to the germ tissues.

During the last few years an increasing number of papers concerned with the action of phenols on plant growth have been published, and special emphasis has been placed on the auxinphenols interaction (Nitsch and Nitsch, 1961; Thimann et al., 1962; Buffel and Vendring, 1963; Pilet and Gaspar, 1965).

The action of phenolic compounds on the growth of isolated organs is explained through the IAA-oxidase mechanism. Some phenols act so as to enhance the elongation presumably by protecting IAA against destruction by its inhibitory influence on the IAA-oxidizing system, so that very little hormone is neccesary for optimal growth. Monophenols, on other hand, stimulate IAA destruction by enzymatic decarboxylation, suggesting that they could be coenzymes of IAA-oxidase. In a general way the effect of phenols on growth is related to the chemical structure of these compounds as proposed by Zenk and Muller (1963).

Andrea and Collet (1967) after use C^{14} labelled IAA, suggest that the effect of phenolic compounds on growth activity of IAA in solutions is related to changes in the concentration of the auxin in the solutions rather than its accumulation in the tissues.

Material and method

Phloroglucinol and indolyl-3-acetic acid (IAA) (L. Light-Koch Laboratories & Co.) were disolved in methanol. From these methanolic solutions aliquots were spotted on 1 cm^2 Whatman n.° 3 MM filter paper previously placed in small petri dishes (2.5 × 1.0 cm) and left to dry in the dark at 25° C; then 1 ml of distilled water was dropped in each petri dish and ten avena coleoptile sections 4 mm in length, one cut from each coleoptile starting 4 mm from the tip were added. Controls in distilled water were run simultaneously. Evaporation of the solutions when the tests were in progress was avoided. Bioassays were conducted in a constant temperature and humidity room operating at 25 ± 0.5 °C, 85-90 % r. h. and complete darkeness. After 24 hours the final length of the coleoptile sections was carefully measured and results expressed according to Pilet and Dubouchet (1962). For each tested solution they represent the average of ten separates sets of experiments each with

10 sections, so every point represents the average value of 100 coleoptile sections.

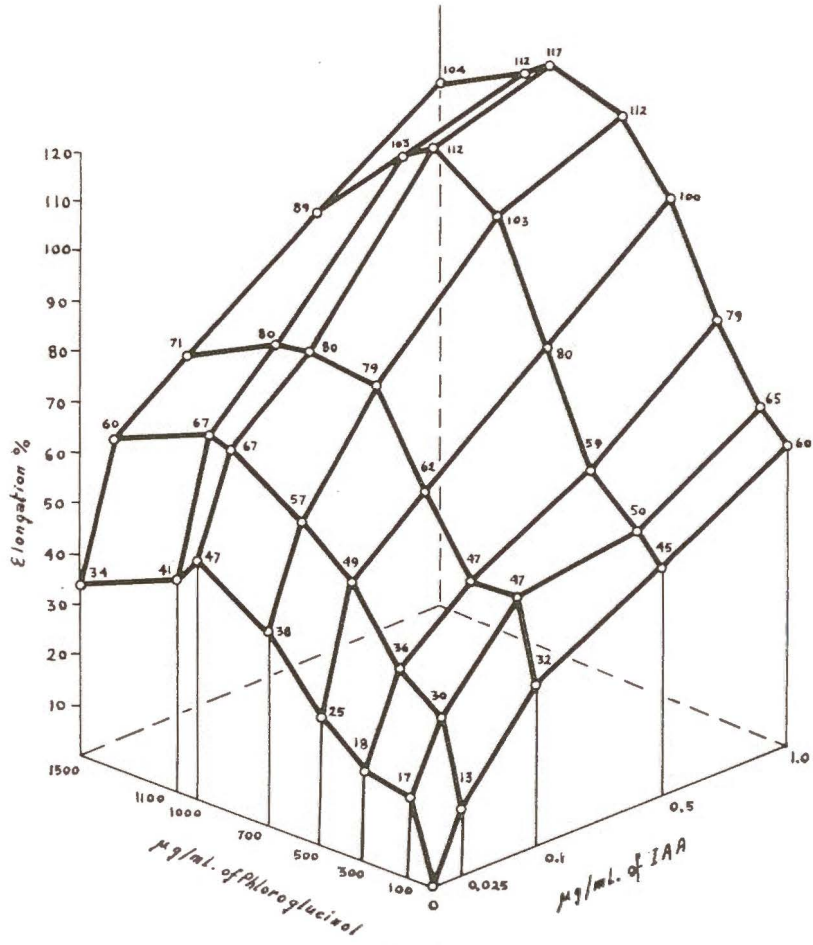


Fig. 1

Results and discussion

Results obtained by bioassays are expressed graphically in fig. 1. The effect of phloroglucinol and IAA are ploted against elongation of *Avena* coleoptiles sections.

Phloroglucinol when applied alone exerted auxin activity on the elongation of the coleoptile sections for all tested concentrations, ranging from 100 to 1.500 µg/ml. The lower doses produced nearly the same elongation 17 % and 18 % greater than the control, but this effect

was slightly significant (LSD = 12 %). This activity was steadily increased when higher concentrations of phenol were tested. The maximal length of 47 % over the control was brought about when phloroglucinol was applied at concentrations of 1000 µg/ml. However it is of interest to note that 700, 1000 and 1100 µg/ml of phloroglucinol produce much as the same effect, especially 1000 and 1100 µg/ml, since the differences of their elongation are very slight. Phloroglucinol exerts a clear auxin activity on the elongation of *Avena* coleoptile sections, but fairly high concentrations of the phenol are required to do it. Substances which act like auxin usually exert their activity at low concentrations; p-Hydroxy-benzoic acid for instant shows the optimal effect on elongation of *Avena* coleoptile sections at concentration of 60-70 µg/ml (Vieitez et al., 1965).

The effect of phloroglucinol on the IAA action was also studied. The results expressed in fig. 1, show that it acts synergically on IAA in *Avena* coleoptile sections. A comparable result was recorded by Nitsch and Nitsch (1962) for phloroglucinol in the *Avena* mesocotyl test. These authors found a synergictic effect on IAA when they tested concentrations of 10^{-4} and 10^{-3} M of phloroglucinol in the presence of 10^{-7} M of IAA.

0.025 µg/ml of IAA has no detectable activity on *Avena* coleoptile elongation, but phloroglucinol enhanced the action of the auxin; the maximal effect of 67 % over the control was reached with 1.000 µg/ml of phenol.

0.1 µg/ml of IAA brought about 32 % of elongation and this effect was risen to 80 % by the presence of 700-1.100 µg/ml of phloroglucinol. This action on growth is nearly the same for concentration of phloroglucinol ranging between 700 and 1.500 µg/ml.

For 0.5 µg/ml IAA again its activity is increassed by the phenol: the 45 % elongation exerted by the auxin alone came up to 112 % when 1.000 µg/ml of phloroglucinol were added. And finally for the highest concentration of IAA tested, 1.0 µg/ml, the presence phloroglucinol crearly enhanced its elongation activity. The auxin alone increased the length of the coleoptile sections 60 % over control, but the optimal elongation came up to 117 % after 1.000 µg/ml of IAA were added.

This synergic action of phloroglucinol was more apparent with the higher concentration of IAA tested and the maximal elongation of the coleoptile sections was produced with 1.000 µg/ml of the phenol.

The auxin activity of phloroglucinol as well as its effect on the IAA action on the elongation of *Avena* coleoptiles sections seems not to be adscribed to changes in the pH of the tested solutions.

The remarkable effect of phloroglucinol on IAA activity and also produced by other naturally occurring phenols, could explain the auxin activity found in some paper chromatograms from plant extracts, in

the IAA Rf theoretic positions as it is not detected because of the very small amount of it present.

The auxin activity of phloroglucinol has been studied on the *Avena* coleoptile elongation and it was found to be effective for concentrations ranging from 100 to 1.500 µg/ml. The maximal effects was exerted by 1.000 µg/ml. Phloroglucinol acts synergically on IAA and this effect is specially apparent for the highest concentrations of phloroglucinol and IAA tested. Low doses act additivily.

Plant Physiology. C. S. I. C. Apartado 122.
Santiago de Compostela (Spain)

Bibliografía

Andrea, W. A. & Collet, G. 1967. The effect of phenolic substances on the growth activity of indoleacetic acid applied to pea root or stem sections. Sixth International Conference on Plant Growth Substances. Ottawa.

Buffel, K. & Vendrid, J. C. 1963. The Hydroxycinnamic acids and other phenols as plants regulators. Mededel. Koninkl. vlaam. Acad. Belg., 25, 1-33.

Doby, G. 1965. Plant Biochemistry. Interscience Publishers.

Harbone, T. B. & Simmonds, N. W. 1964. The Natural Distribution of the Phenol Aglycones. In Biochemistry of Phenols Compounds, 77-127. Academic Press. N. Y.

Hillis, W. E. 1960. Biosynthesis of Flavonoids. Nature, 186, 135.

Nitsch, J. P. & Nitsch, C. 1962. Composés Phenoliques et Croissance Végétale. Ann. Physiol. vég., 4 (3), 211-225.

Pilet, P. E. & Dubouchet, J. 1962. Proposition d'un test «Coleoptile» (Triticum) pour le dosage auxinique. Rev. Gen. Bot., 69, 545-562.

— — & Gaspar, Th. 1965. Action des acides o-, m- et p-hydroxybenzoiques sur le catabolism auxinique et la croissance. Ann. Physiol. Vég., 7 (3), 147-155.

Reidl, W. 1962. Chemistry of Natural and Synthetic Colouring Matters. 77. Academic Press. N. Y.

Thimann, K. V., Thomazeski, M. & Porter, W. L. 1962. Growth-Promoting Activity of Caffeic Acid. Nature, 193, 1203.

Vieitez, E., Seoane, E., Gesto, D. V., Mato, C., Vázquez, A. & Carnicer, A. 1966. p-Hydroxybenzoic Acid, a Growth Regulator, Isolated from Woody cuttings of Ribes rubrum. Physiol. Plant., 19, 2, 294-307.

Zenk, M. H. & Müller, G. 1963. In vivo destruction of exogenously applied indolyl-3-acetic acid influenced by naturally occurring phenolic acids. Nature, 200, 761-763.

Recibido para publicación: 18-I-68

MINERALOGIA DE UNOS SUELOS MEDITERRANEOS DE LAS PROVINCIAS DE ALMERIA, MURCIA Y ALICANTE

por

T. ALEIXANDRE y A. PINILLA

SUMMARY

MINERALOGY OF SOME SOILS IN THE PROVINCES OF ALMERIA, MURCIA AND ALICANTE

The mineralogical analysis of twelve mediterranean soil profiles has been carried out. The soils belong to the provinces of Almería, Murcia and Alicante.

The investigation is aimed to stablish the influence of original material and its deposit conditions.

INTRODUCCIÓN

Con motivo de la V Reunión Internacional de suelos mediterráneos, se tomaron unas series de perfiles de suelos correspondientes a las provincias de Almería, Murcia y Alicante, por el Instituto de Edafología y Biología Aplicada del Segura (Murcia), clasificados por el citado Instituto como *terra rossa*, suelos grises subdesérticos y tierras pardas.

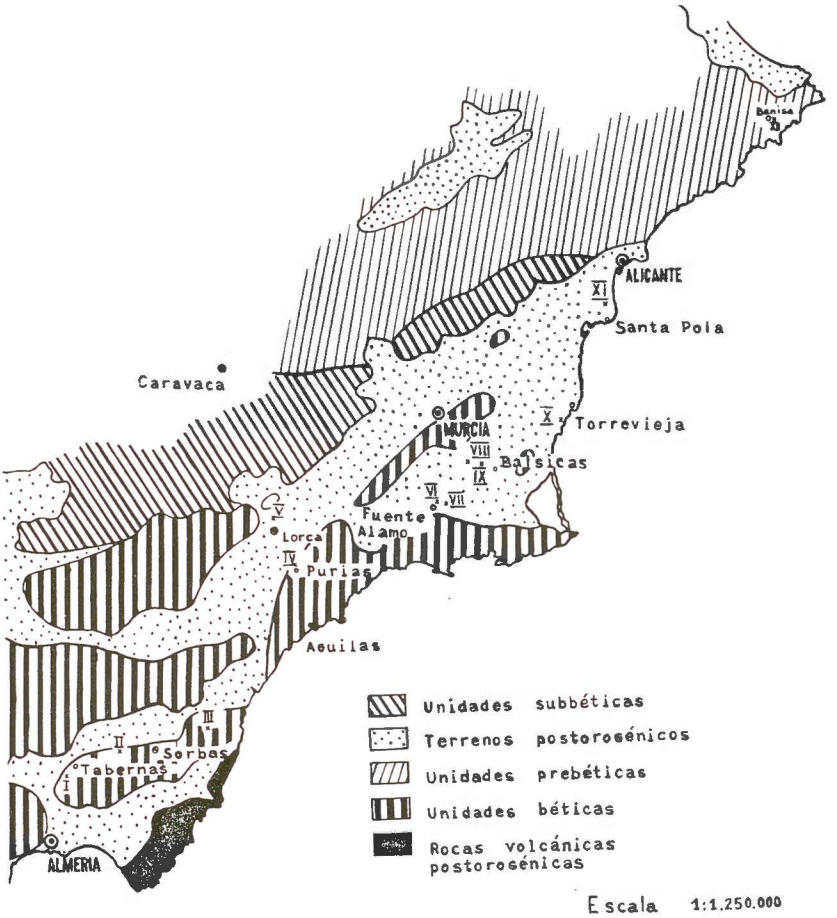
Hemos creído interesante efectuar el análisis mineralógico de su fracción arena siguiendo para su estudio el criterio de agruparlos según su material originario, pues de todos es conocido el hecho de que materiales distintos pueden dar lugar a suelos iguales.

Se intenta con este estudio ver las influencias de los materiales originarios en la formación de estos suelos y condiciones ambientales que la presidieron.

I. RESUMEN GEOLÓGICO DE LA ZONA

Las muestras objeto de este trabajo están situadas en la zona sureste de España, enclavada en las Cordilleras Béticas. El origen de dichas cordilleras está en el movimiento orogénico alpino entre el Burdigalense y el Mioceno Superior.

Según Fontboté (1965), en las Cordilleras Béticas se distinguen tres unidades estructurales: una zona axil más antigua que bordea el Mediterráneo, de Estepona a Cabo de Palos, llamada Cordillera Bética, o Penibética según otros autores (Solé, 1951), y las Prebética y Subbética (véase mapa).



Esquema estructural de las Cordilleras Béticas, según J. M.ª Fontboté, con localización de los perfiles

Para ambos, la primera está formada por el resto de un antiguo macizo paleozoico más o menos metamorfoseado (principalmente esquistos cristalinos y mármoles), con una cobertura triásica, de facies germanoandaluza. Los elementos que lo constituyen son pizarras arcillosas y areniscas rojizas como base, a los que se superpone un potente complejo calizo-dolomítico que va perdiendo su espesor hacia el interior, siendo reemplazado por margas yesíferas de formación lagunar.

En su sector oriental aparecen varios focos volcánicos; una serie endógena bordea la costa mediterránea desde Cabo de Gata (Almería) hasta Cabo de Palos (Murcia), con ramificaciones hacia el interior.

Las rocas que la forman se dividen en dos grupos: diabasas y ofitas de edad secundaria, y liparitas, traquitas, dacitas, andesitas, jumillitas, veritas y fortunitas (T. Aleixandre, 1965).

La estructura tectónica es complicada y está caracterizada por la superposición de mantos de corrimientos, deslizados de Sur a Norte.

En la Subbética, Fontboté distingue dos unidades: Prebética, situada desde las cercanías de Martos hasta Cabo de Nao, y la Subbética, al sur de la anterior y que por el Oeste llega al Golfo de Cádiz. Los materiales más antiguos que aquí se encuentran son los mesozoicos, encima de los cuales aparecen los del Terciario y los Cuaternarios.

Las facies mesozoicas de la Prebética son terrestres y marinas de aguas someras, siendo calizas, margas y areniscas las rocas predominantes, y similares las facies terciarias. No hay afloramientos de rocas metamórficas y son escasas las volcánicas

Las facies mesozoicas (margas y calizas pelágicas) de la Subbética están formadas por una serie sedimentaria francamente marina desde los comienzos del Lías. El Eoceno y Oligoceno están representados por materiales tipo «flysch» y facies pelágicas semejantes a las anteriores.

Característica del conjunto subbético es su desorden tectónico, a causa de la influencia de materiales margosos yesíferos del Keuper, que forma el sustrato regional, los cuales han favorecido los corrimientos de los materiales suprayacentes más modernos.

Entre la Subbética y la Penibética se localiza una depresión que se ha individualizado en el Neógeno y que ha funcionado como cuenca de sedimentación con episodios marinos y continentales, durante los cuales se han depositado considerables espesores de materiales neógenos y cuaternarios: margas, evaporitas, arcillas, areniscas y conglomerados.

Durante el Neógeno y Cuaternario, un clima de relativa aridez ha dado lugar a los rasgos morfológicos actuales.

Parte experimental

Preparación de las fracciones gruesas para su estudio al microscopio petrográfico; la técnica que se utiliza es la habitual seguida en el laboratorio de Petrografía Sedimentaria (J. Pérez Mateos, 1965). Con ello obtenemos las fracciones pesada y ligera de la arena, cuyos porcentajes se dan en la tabla I.

II. Análisis mineralógico de la fracción «arena» de estos suelos

Se han agrupado los perfiles de suelos teniendo en cuenta el material originario.

A) Esquistos del estrato cristalino. Perfil IV.
B) Calizas oligocénicas. Perfil XII.
C) Margas miocénicas. Perfiles I, V y VI.
D) Sedimentos pliocénicos. Perfiles VII y VIII.
E) Sedimentos cuaternarios. Perfiles II, III, IX, X y XI.

A) Perfil IV

Situación: Purias, kilómetro 74,5. Carretera a Aguilas (*).
Material originario: Esquistos del estrato-cristalino.
Clasificación: Tierra parda meridional, caliza.

Horizontes:	A	A/(B)	(B)/Ca	C
Profundidad en centímetros:	0-3	3-19	19-44	>44

Datos geológicos.

Tomado cerca de Purias, al este de la sierra de Enmedio, en un asomo de estrato cristalino con esquistos pizarroso y cuarcitas, principalmente.

B) Perfil XII

Situación: Benisa (Alicante), kilómetro 152,5. C. N. 332 (*).
Material originario: Calizas oligocénicas.
Clasificación: *Terra rossa* sialitica, lixiviada.

Horizontes:	A	A/(B)	(B)	(B)/C	C
Profundidad en centímetros:	0-5	5-43	43-76	76-100	100.

Datos geológicos.

Tomado en las inmediaciones del pueblo de Benisa, en un Burdigaliense, según la Hoja 822 del I. G. M. E., presentando una facies margosa y otra caliza; sobre esta última hay niveles conglomeráticos de cantos calizos pasando a una facies «flysch».

(*) Datos cedidos por el Instituto de Edafología y Biología aplicada del Segura (Murcia). Ha sido omitida la descripción de los perfiles para no hacer más extenso el trabajo.

C) Perfil I

Situación: Tabernas (Almería), kilómetro 136,5, C. N. 340 (*).
Material originario: Margas miocénicas.
Clasificación: Subdesértico, gris yesoso.

Horizontes:	Y/A	A	A/(B)	C_1	C_2	C_3	C
Profundidad en centímetros:	0-0,5	0,5-5,5	5,5-15,5	15,5-38	38-50	50-84	84-104.

Datos geológicos.

El perfil I, tomado en margas miocénicas en los alrededores de Tabernas, al sur de la sierra de los Filabres, en la que aparecen micacitas con areniscas intercaladas en los esquistos, así como otros materiales metamórficos.

C) Perfil V

Situación: Lorca, carretera Caravaca, kilómetro 57 (*).
Material originario: Margas miocénicas, algo yesosas.
Clasificación: Subdesértico, gris; calizo yesoso.

Horizontes:	A/C_1	$(B)/C_1$	C_2/Y	C
Profundidad en centímetros:	0-11	11-21	21-31	31-115.

Datos geológicos.

La zona en la que se ha tomado el perfil V está localizada prácticamente en el límite de las cadenas subbéticas, con características locales de esquistos filitosos en la región de Lorca-Puerto Lumbreras. El perfil está ubicado al norte de Lorca, en el Mioceno que empieza con una base de conglomerados con intercalaciones de areniscas, limos margo-arenosos, calizas arenosas, margas y yesos.

Este Mioceno está imbricado en un Permotrías, que aflora en Peña Rubia, al oeste de Lorca, formado por filitas, cuarcitas, areniscas y arcillas. Naturalmente, los yesos pertenecen al Keuper.

C) Perfil VI

Situación: C. N. 301 a Fuente Alamo (Murcia), kilómetro 1,5 (*).
Material originario: Margas burdigalienses, yesosas.
Clasificación: Subdesértico gris.

Horizontes:	(A)/Ca	(A)/(B)	$(B)/C_1$	C_1	C
Profundidad en centímetros:	0-0,5	0,5-5,5	5,5-15	15-32	32-70.

(*) Datos cedidos por el Instituto de Edafología y Biología aplicada del Segura (Murcia).

Datos geológicos.

El perfil VI lo situamos al sur de la sierra del Puerto y al oeste de la sierra de los Villares, en un Mioceno que empieza por conglomerados, junto con areniscas, calizas, margas y yesos; lógicamente, éstos provienen del Trías que forma el sustrato, en el cual aparecen pudingas de base, areniscas, margas pizarrosas y los yesos.

D) Perfil VII

Situación: C. N. 301 a Fuente Alamo (Murcia), kilómetro 3,3 (*).
Material originario: Sedimentos pliocénicos.
Clasificación: Pardo calizo.

Horizontes:	A_1	A_2	A_2 (B)	(B)/Ca	Ca/C	Ca/C	Ca/C	D
Profundidad en cm.:	0-9	9-21	21-27	27-51	51-80	80-109	109-143	143-177.

D) Perfil VIII

Situación: C. N. 301 a Balsicas (Murcia), kilómetro 6,2 (*).
Material originario: Sedimentos pliocénicos.
Clasificación: Pardo calizo nodular.

Horizontes:	A_1	A_2	(B)/Ca	Ca/C_1	Ca/C	Ca/C	Ca/C	C/D
Profundidad cm.:	0,5	5-11	11-22,5	22,5-47	47-70	70-85	85-100	100-120

Datos geológicos.

Situados ambos perfiles en un Plioceno al sur de la sierra de los Villares y del puerto. Estando formada la primera por materiales miocenos, siendo los de la segunda materiales miocenos y triásicos, con predominio de los segundos.

Al norte de esta zona se encuentran afloramientos de pizarras, arcillas, areniscas, cuarcitas y yesos, que se atribuyen al Permo-Trías; sigue el Trías compuesto de conglomerados, areniscas, calizas dolomíticas y yesos; en discordancia descansa el Mioceno marino transgresivo, integrado por conglomerados de base, areniscas calizo-arcillosas y abundantes margas con frecuencia yesíferas, molasas y niveles calizos.

El Plioceno en esta región aparece con arcillas rojizas recubiertas por un banco de caliza poco potente.

(*) Datos cedidos por el Instituto de Edafología y Biología aplicada del Segura (Murcia).

E) Perfil II

Situación: Tabernas (Almería), kilómetro 156,9, C. N. 340 (*).
Material originario: Sedimentos cuaternarios. (Pleistoceno.)
Clasificación: Pardo, poco calizo, sobre costras calcáreas.

Horizontes:	A_1	A_2	A_3/C_1	C/Ca_1	Ca_2 fósil	Ca_3 fósil	Ca_4 fósil
Profundidad en cm.:	0-3,5	3,5-9	9-17	17-36	36-92	92-128	128-193

E) Perfil III

Situación: Sorbas (Almería), kilómetro 179, C. N. 340 (*).
Material originario: Sedimentos cuaternarios.
Clasificación: Castaño calizo, nodular.

Horizontes:	A_1	$A_2/(B)$	(B)	Ca	Ca/C_1	Ca/C	Ca/C	D
Profundidad en cm.:	0-9	9-19	19-39	39-60	60-81	81-122	122-160	160-195

Datos geológicos.

Los perfiles II y III, ambos tomados al sur de la sierra de los Filabres, sobre sedimentos diluviales. Los materiales que forman dicha unidad orográfica son los de la serie «filábride», integrada por elementos metamórficos: mármoles, micacitas, anfibolitas, neis, serpentinitas, etc.

E) Perfil IX

Situación: C. N. 301 a Balsicas (Murcia), kilómetro 10 (*).
Material originario: Sedimentos diluviales.
Clasificación: Pardo calizo, profundo.

Horizontes:	A	A/(B)	(B)/Ca	Ca/C	Ca/C	C/D
Profundidad en cm.:	0-10	10-28	28-58	58-85	85-116	116-150.

Datos geológicos.

El perfil IX tomado al noroeste de Balsicas, en una formación diluvial en la que se distinguen arenas, arcillas, conglomerados calizos y travertinos procedentes de la derrubiación de los materiales de la sierra, de composición Permo-Trías y triásica de las sierras de los Villares, Columbares, Altaona, etc., formadas por elementos terciarios.

(*) Datos cedidos por el Instituto de Edafología y Biología aplicada del Segura (Murcia).

E) Perfil X

Situación: Torrevieja (Alicante), kilómetro 6,5 carretera a Balsicas (*).
Material originario: Sedimentos diluviales.
Clasificación: Pardo calizo, sobre costras.

Horizontes:	A_1/C_1	A_2/C_2	C/Ca fósil	C/Ca fósil	Ca fósil.
Profundidad en cm.:	0-14	14-22	22-47	47-52	52-100

Datos geológicos.

Localizamos el perfil X al sur de Torrevieja, en un Pleistoceno constituido por travertinos, arcillas sabulosas y tierras calizas de facies continental. El Mioceno de esta zona está formado por areniscas, margas y arcillas, alternando cerca de la superficie con calizas, así como con fajas yesíferas en algunas zonas.

E) Perfil XI

Situación: Santa Pola, kilómetro 15,9 carretera Alicante (*).
Material originario: Sedimentos cuaternarios sobre Plioceno.
Clasificación: Pardo calizo pedregoso; sobre costras calcáreas.

Horizontes:	A	A/C_1	C/Ca	(B)/Ca fósil.
Profundidad en cm.:	0-6	6-43	43-64	64-140

Datos geológicos.

El perfil XI está formado sobre un Mioceno algo indeterminado en el tránsito a Plioceno, debido a que los fósiles característicos del Saheliense aparecen en algunas zonas del Plioceno, que a su vez están tapadas por los materiales cuaternarios de variado espesor, con predominancia de elementos arcillosos y calizos.

1. Fracción pesada

Podemos decir que la mayoría de los perfiles se caracterizan por su escasez de fracción pesada dentro de la porción gruesa o arena, destacándose los perfiles V y VI, en los que, debido a la escasa cantidad de arena, los datos de los porcentajes entre fracción densa y ligera son relativos. Asimismo, el contaje de los granos minerales de la fracción pesada de algunos horizontes de estos perfiles no se ha podido llevar a cabo, por lo que no se dan porcentajes ni gráficas de resultados.

(*) Datos cedidos por el Instituto de Edafología y Biología aplicada del Segura (Murcia).

Como excepción, los perfiles II y III de Almería tienen una considerable cantidad de arena y un alto porcentaje de fracción pesada (tabla I).

TABLA I

% de la fracción pesada y ligera en la arena

	Núm. de muestra	% f. pesada	% f. ligera		Núm. de muestra	% f. pesada	% f. ligera
Grupo A:				Grupo B:			
Perfil IV	202	0,9	99,1	Perfil XII	259	1	99
	203	1,4	98,6		260	1,2	98,8
	204	1,6	98,4		261	2	98
					262	0,5	99,5
Grupo C:				Grupo D:			
Perfil I	174	5	95	Perfil VII	214	1,2	98,8
	175	5,7	94,3		215	0,9	99,1
	176	4,3	95,7		216	1,3	98,7
	177	3,2	96,8		217	1,2	98,8
	178	1,5	98,5		218	0,7	99,3
	179	1,4	98,6		220	0,9	99,1
	180	1,4	98,6		221	1	99
Perfil V (*)	205	10	90	Perfil VIII	226	1,1	98,9
	206	10	90		227	0,7	99,3
	207	30	70		228	1,4	98,6
	208	14,3	85,7		229	1,1	98,9
					230	0,7	99,3
Perfil VI (*)	209	2,6	97,4		231	0,7	99,3
	210	80	20		232	0,7	99,3
	211	25	75		233	0,7	99,3
	212	6,6	93,4		234	0,7	99,3
	213	2	98				
Grupo E:				Grupo E:			
Perfil II	181	19,2	80,8	Perfil IX	240	0,8	99,2
	182	17,1	82,9		241	1,1	98,9
	183	15	85		242	0,7	99,3
	184	17,7	82,3		243	0,6	99,4
	185	8,5	91,5		244	0,8	99,2
	186	9,7	90,3		245	0,7	99,3
	187	10,9	89,1				

(*) Los tanto por ciento de las fracciones densa y ligera de los perfiles V y VI son relativos, debido a la escasez de arena.

	Núm. de muestra	% f. pesada	% f. ligera		Núm. de muestra	% f. pesada	% f. ligera
Perfil III	188	10,6	89,4	Perfil X	251	0,6	99,4
	189	10	90		252	1,5	98,5
	190	12,2	87,8		253	6	94
	191	10	90				
	192	9,3	90,7	Perfil XI	254	1,6	98,4
	193	8,4	91,6		255	2,6	97,4
	194	8	92		256	inapr.	$\simeq$ 100
	195	6,4	93,6		257	1,2	98,8

A continuación, indicamos las asociaciones mineralógicas halladas para los distintos perfiles (cuadros del 1 al 5)

CUADRO 1

Perfil IV

Porcentaje de minerales pesados trasparentes entre sí

	Opacos naturales...	Opacos de alteración.	Turmalina.	Circón	Granate....	Rutilo.....	Anatasa ...	Andalucita.	Epidota-Zoisita ...	Anfiboles..	Cloritas ...
Número de muestra 202.....	10	61	40	22	12	12	1	—	12	1	—
» » » 203.....	3	34	64	11	5	5	—	1	13	1	—
» » » 204.....	14	25	50	6	2	1	—	—	1	—	40

CUADRO 2

Perfil XII

Porcentaje de minerales pesados trasparentes entre sí

	Opacos naturales...	Opacos de alteración	Turmalina.	Circón....	Granate ...	Rutilo	Anatasa ...	Broquita...	Titanita ...	Estaurolita.	Silimanita .	Epidota Zoisita...
Número de muestra 259...	11	87	30	38	5	15	1	1	1	7	—	2
» » » 260...	14	44	30	46	2	15	—	1	—	3	1	2
» » » 261...	11	56	23	52	2	14	1	2	—	5	—	1
» » » 262..	7	49	29	38	2	18	—	1	—	6	—	6

CUADRO 3

Perfil I

	Opacos naturales...	Opacos de alteración	PORCENTAJE DE MINERALES PESADOS TRANSPARENTES ENTRE SI														
			Turmalina ...	Circón	Granate	Rutilo.....	Anatasa.....	Broquita	Titanita... ...	Estaurolita ...	Andalucita ...	Epidota-zoisita	Anfiboles	Piroxenos....	Cloritas.....	Sulfatos.....	Cloritoide....
Número de muestra 174 ...	5	44	4	6	42	1	—	—	—	—	1	4	2	—	—	1	39
» » » 175 ...	32	80	8	1	42	3	1	—	—	—	—	3	1	—	-	—	41
» » » 176 ...	9	44	15	1	37	1	1	—	—	—	—	5	—	—	—	—	40
» » » 177 ...	16	40	7	3	40	3	—	—	—	—	—	2	—	—	—	9	36
» » » 178 ...	1	26	16	11	20	7	—	—	1	—	—	2	1	—	—	3	39
» » » 179 ..	1	27	10	8	37	11	—	1	—	—	—	3	—	—	1	1	28
» » » 180 ...	1	52	11	10	33	4	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	34

Perfil V

Número de muestra 205 ...	Predominio de anhidrita, junto con algunos minerales resistentes																
» » » 206 ...	12	13	5	21	9	8	1	—	1	—	—	4	—	—	2	49	—
» » » 207 ...	Predominio de anhidrita, junto con algunos minerales resistentes																
» » » 208 ...	Escasos granos minerales; se identifican óxidos e hidróxidos de hierro																

Perfil VI

Número de muestra 209 ...	23	16	4	17	5	5	—	—	—	2	1	7	—	---	—	59	—
» » » 210 ...	Oxidos e hidróxidos de hierro; algún trasparente (anhidrita y circón)																
» » » 211 ...	Escasos granos minerales; se identifican óxidos e hidróxidos de hierro																
» » » 212 ...	11	80	9	17	17	11	—	1	2	2	1	5	—	—	—	31	—
» » » 213 ...	12	20	7	17	12	4	—	—	1	1	1	7	4	2	—	44	—

CUADRO 4

Perfil VII

	Opacos naturales...	Opacos de alteración	PORCENTAJE DE MINERALES PESADOS TRANSPARENTES ENTRE SI													
			Turmalina ...	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurolita ...	Distena	Andalucita ...	Epidota-zoisita	Anfiboles	Piroxenos	Sulfatos .....
Número de muestra 214 ...	29	47	25	13	10	11	—	—	1	2	1	4	29	4	—	—
» » » 215 ...	23	39	12	22	14	11	1	—	—	5	1	3	28	3	—	—
» » » 216 ...	19	44	15	30	14	9	1	1	1	1	1	2	22	3	—	—
» » » 217 ...	16	39	21	22	9	10	1	—	2	1	—	8	22	4	—	—
» » » 218 ...	29	47	19	27	14	4	2	—	1	4	—	4	22	3	—	—
» » » 220 ...	40	20	20	14	7	9	—	1	—	2	—	9	36	2	—	—
» » » 221 ...	20	43	18	13	14	8	1	1	—	6	1	6	29	1	2	—
Perfil VIII																
Número de muestra 226 ...	22	31	47	1	17	4	—	—	—	4	—	13	14	—	—	—
» » » 227 ...	26	32	46	1	24	—	1	—	—	4	—	8	16	—	—	—
» » » 228 ...	29	19	47	3	6	3	—	—	—	8	—	14	20	—	—	—
» » » 229 ...	5	44	45	1	10	2	—	—	—	5	—	15	22	—	—	—
» » » 230 ...	33	34	15	7	15	14	—	—	—	5	—	2	41	—	—	1
» » » 231 ...	65	16	16	27	7	6	—	—	—	5	3	2	23	—	1	15
» » » 232 ...	34	21	9	11	9	8	—	—	—	6	—	2	55	—	—	—
» » » 233 ...	43	26	28	1	12	5	—	—	—	10	—	7	37	—	—	—
» » » 234 ...	16	41	27	17	17	4	—	—	—	7	—	4	23	1	—	—

CUADRO 5

	Opacos naturales	Opacos de alteración	PORCENTAJE DE MINERALES PESADOS TRANSPARENTES ENTRE SI															
			Turmalina	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurolita	Distena	Andalucita	Sillimanita	Epidota-Zoisita	Anfiboles	Piroxenos	Micas	Cloritas	Clorítoide
Perfil II																			
Número de muestra 181	144	111	7	1	75	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	2	7
» » » 182	116	220	—	—	78	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	8	10
» » » 183	101	66	5	2	69	—	—	—	—	—	—	2	—	8	1	—	—	—	13
» » » 184	108	105	3	2	56	1	—	—	—	—	—	—	—	14	3	—	—	17	3
» » » 185	36	61	2	—	89	1	—	—	—	—	—	1	—	5	—	—	—	2	—
» » » 186	13	22	2	1	64	—	—	—	—	—	—	1	—	6	—	—	—	25	1
» » » 187	64	23	1	1	73	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	9	—
Perfil III																			
Número de muestra 188	26	11	6	1	20	3	—	—	—	—	—	2	—	59	4	2	—	2	3
» » » 189	61	12	6	1	15	4	—	—	—	—	—	—	—	59	4	2	1	1	7
» » » 190	40	5	7	—	16	4	—	—	—	—	—	—	—	64	6	1	1	1	1
» » » 191	15	9	4	2	14	2	—	—	—	—	—	—	—	67	5	1	—	4	1
» » » 192	47	7	5	1	19	4	—	1	—	—	—	—	—	65	4	—	—	—	1
» » » 193	35	2	6	—	9	3	—	—	—	—	—	—	—	65	13	—	—	2	2
» » » 194	68	7	4	1	18	4	—	—	—	—	—	—	—	63	6	—	—	1	3
» » » 195	45	17	5	2	9	3	—	—	—	—	2	—	—	73	3	—	—	—	3

CUADRO 5 (Continuación)

	Opacos naturales	Opacos de alteración	PORCENTAJE DE MINERALES PESADOS TRANSPARENTES ENTRE SI															
			Turmalina	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurolita	Distena	Andalucita	Silimanita	Epidota-Zoisita	Anfiboles	Piroxenos	Micas	Cloritas	Clortoide
Perfil IX																			
Número de muestra 240	28	35	18	21	11	10	—	—	—	2	—	2	—	34	2	—	—	—	—
» » » 241	13	24	18	14	9	4	—	—	—	2	—	3	—	47	3	—	—	—	—
» » » 242	7	27	22	5	15	5	—	—	—	4	—	5	—	44	1	—	—	—	—
» » » 243	30	39	30	6	10	5	—	—	—	4	—	3	—	41	1	—	—	—	—
» » » 244	19	19	31	8	7	8	—	—	—	4	—	6	—	35	1	—	—	—	—
» » » 245	38	38	16	13	14	4	—	—	—	5	1	3	—	42	1	—	—	—	1
Perfil X																			
Número de muestra 251	26	17	41	15	15	10	—	—	—	10	—	—	—	7	2	—	—	—	—
» » » 252	40	19	41	14	5	9	—	—	—	9	—	5	—	17	—	—	—	—	—
» » » 253	56	22	21	26	7	8	—	1	—	1	—	1	—	30	—	4	—	1	—
Perfil XI																			
Número de muestra 254	19	43	26	44	5	10	1	1	—	3	—	2	—	3	4	1	—	—	—
» » » 255	28	42	28	27	11	9	1	—	1	8	—	1	—	7	4	3	—	—	—
» » » 256	19	27	27	39	5	8	1	—	—	2	—	5	—	11	—	2	—	—	—
» » » 257	29	53	22	43	3	5	—	—	1	5	—	4	2	8	5	1	—	—	1

En el perfil IV predomina la turmalina, asociada a la clorita en la última muestra (núm. 204), mientras que en el perfil XII la asociación fundamental viene dada por circón, turmalina y rutilo.

Para el perfil I obtenemos granate y cloritoide, y los perfiles V y VI están caracterizados por su alto contenido de sulfatos, debido sin duda a un incremento en las condiciones de aridez, junto con óxidos e hidróxidos de Fe en algunos horizontes de ambos perfiles. Por otra parte, el resto de minerales densos trasparentes es escaso, en su mayoría son resistentes.

Los perfiles VII y VIII se caracterizan por su homogeneidad en el análisis mineralógico, estando representados los minerales resistentes en altos porcentajes, junto con minerales metafórficos y epidota-zoisita.

En los perfiles II y III (Almería), la asociación mineralógica es granate-zoisita-epidota, junto con clorita y cloritoide, apreciándose la influencia de materiales de origen metamórfico de la sierra de los Filabres.

En el perfil de Murcia (IX) aumentan los minerales resistentes, pero siguen siendo abundantes los metamórficos, mientras que en los perfiles X y XI (Alicante) es claro el dominio de los minerales resistentes.

Resumimos a continuación la morfología y características de las especies minerales halladas en todos los perfiles, agrupándolas como sigue:

a) *Minerales resistentes*

Turmalina.

Predominan las formas subangulares, algunas subredondeadas, encontrándose granos prismáticos, especialmente en los perfiles I y IV; en este último aparecen algunas turmalinas fragmentadas y unidas por mica moscovita, y también hay frecuencia de turmalinas euhedrales. En general, están bien conservadas, apreciándose en algunas erosión química e inclusiones opacas y cristalinas de circón y rutilo.

La coloración que domina es la parda oscura (var. ferromagnesiana), encontrándose también, en menos cantidad, pardo-amarillentas, verdes y azules; predominan en el perfil IV las de color rosado (líticas).

Circón.

Dominan los circones rodados y son escasos los equidimensionales, destacándose en el perfil IX circones prismático-piramidales, con caras prismáticas desarrolladas.

Se aprecia erosión mecánica, encontrándose fragmentos de granos y algunos cristales con superficie erosionada. Son pocos los que tienen estructura zonar o bien inclusiones cristalinas. En los perfiles V y VI, presencia de circones isotropizados.

Rutilo.

Se presenta en cristales poco numerosos, de hábito prismático y aristas vivas, siendo más frecuentes los granos rodados. Alteración química apreciable en algunos granos. Su color es rojo oscuro y pardo-amarillento. En algún rutilo hemos observado líneas de macla.

Granate.

Identificamos las variedades «almandino» y «grosularia» en formas subangulares, de aristas vivas y superficie «rugosa» en algunos. Son escasos los granos que presentan signos de alteración química.

En los perfiles del grupo E se encuentran algunos subredondeados, dominando la variedad «almandino», presentando la mayoría chagrinado superficial.

Predomina la variedad «espesartina», de color amarillo, con algunas inclusiones cristalinas y opacas, en los perfiles V y VI.

Se aprecian en el perfil I algunas secciones de contorno exagonal.

b) *Minerales metamórficos*

Estaurolita.

Se identifican fragmentos subangulares, de aristas vivas y granos de hábito prismático, con inclusiones carbonosas, apreciándose en algunos alteración química.

Andalucita.

Son más frecuentes las formas subangulares y subredondeadas, viéndose también granos prismáticos, pleocroicos, con inclusiones carbonosas y algunos granos anubarrados.

Cloritoide.

Su hábito es prismático, aunque también hay formas subangulares Su color es gris-verdoso o azul-grisáceo, distinguiéndose algunos granos con muchas inclusiones carbonosas, casi opacos.

Todos están bien conservados.

c) *Otros minerales*

Epidota-zoisita.

Identificamos principalmente prismas, algunos con terminación piramidal, y formas subangulares afectadas mecánicamente; menos frecuentes son los granos subredondeados.

En algunas se aprecia alteración química; hay que resaltar que ésta es más acusada en la variedad «pistacita». Son raros los granos que presentan inclusiones.

Anfiboles.

Unicamente aparecen en los perfiles III y VII granos prismáticos aplanados de glauco-anfiboles, de coloración verde-azulada.

Cloritas.

En láminas irregulares y subredondeadas, con signos de alteración mecánica, pero frescas. Presentan inclusiones cristalinas y opacas. (En las muestras 186 y 187 del perfil II hay clorita pasando a moscovita.)

Moscovita.

En el perfil IV es abundante, con inclusiones cristalinas de turmalina, circón, rutilo, y frecuentes las de ilmenita y leucoxeno.

Su aspecto indica claramente su origen metamórfico.

En el perfil I hay presencia de moscovita en los tres últimos horizontes, correspondientes a tres estados del material originario.

Sulfatos.

Se han identificado cristales prismáticos de anhidrita y yeso y formas irregulares. Tanto unos como otras presentan bordes mellados, alteración química e inclusiones opacas.

En la muestra 212 predomina el yeso, viéndose en los cristales las típicas estrías diagonales, que acusan macla, y en la número 213 hay crecimientos secundarios en la anhidrita.

Encontramos agrupaciones de cristales de sulfatos en las muestras 174, 177 y 178 del perfil I.

d) *Minerales opacos*

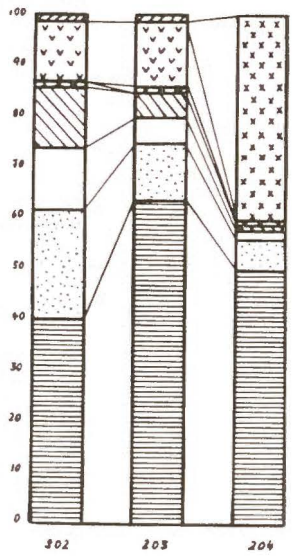
Opacos naturales.

Dominan los granos irregulares de ilmenita, algunos con manchas blancas de leucoxeno, en asociación con magnetita, de la cual se han visto octaedros en el perfil VII. Presencia de oligisto en los perfiles VII, VIII, IX, X y XII.

Opacos de alteración.

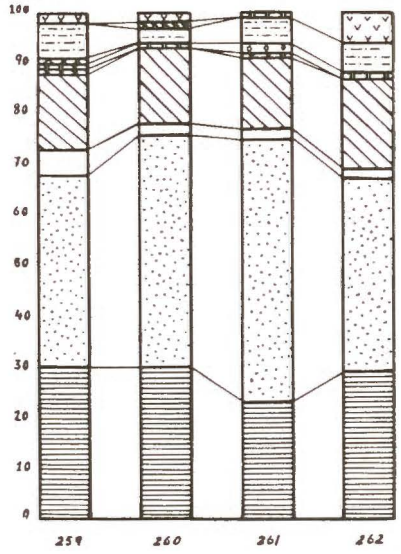
Predominan los granos irregulares de leucoxeno, acompañados de óxidos e hidróxidos de hierro, excepto en el perfil IV, en el que sólo hay leucoxenos.

PERFIL IV



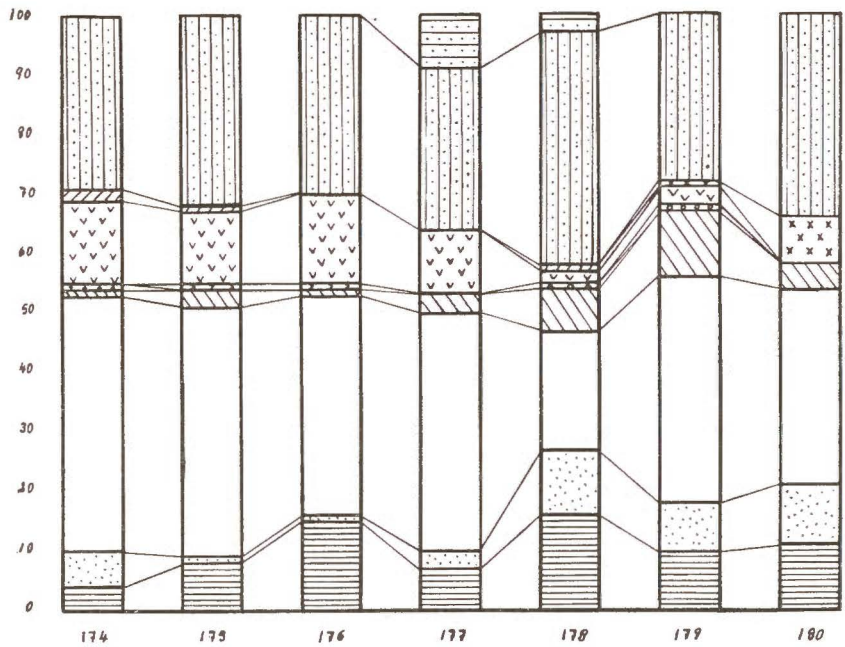
GRAFICA ACUMULATIVA 1

PERFIL XII

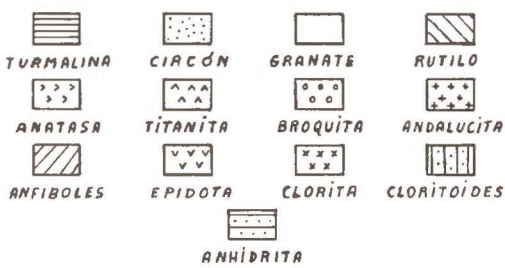


GRAFICA ACUMULATIVA 2

PERFIL I



GRAFICA ACUMULATIVA 3



2. Fracción ligera

Se destaca la abundancia de cuarzo en granos subangulares y subredondeados, con inclusiones opacas y cristalinas. En los perfiles VII y VIII hay bastantes granos seudoexagonales de cuarzo.

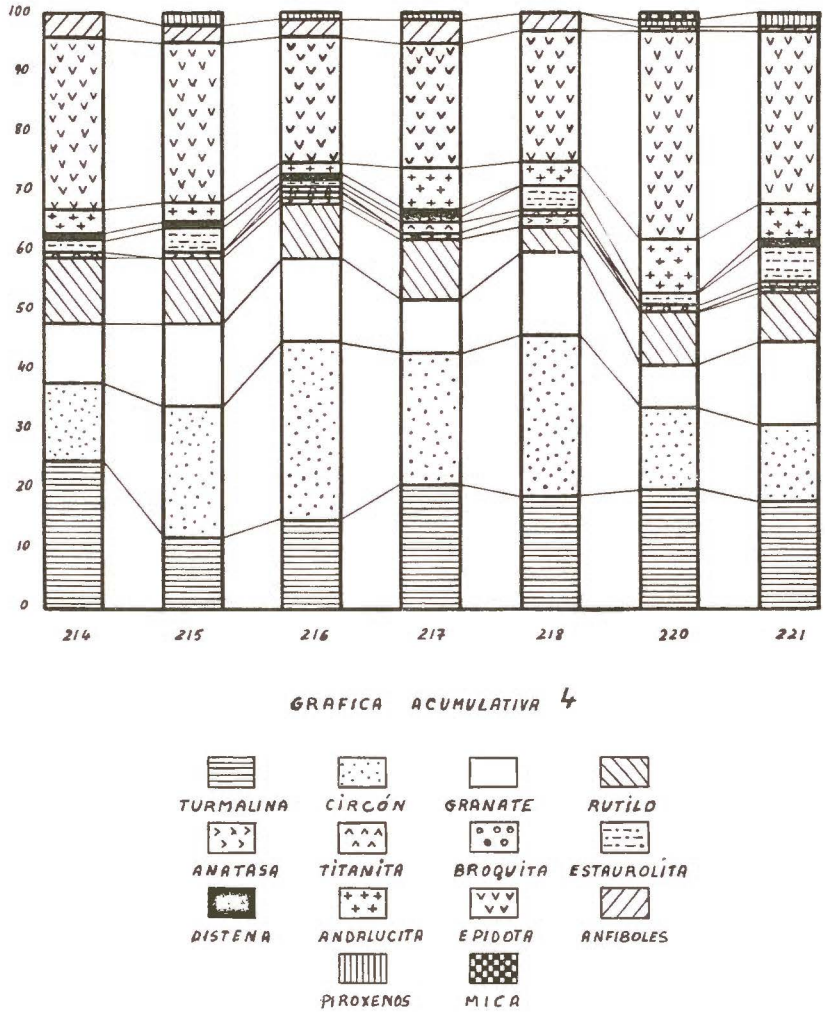
En algunos hay erosión superficial. Fresencia de cuarzo microcristalino en todos los grupos, siendo dominante en el perfil IV.

Se identifican escasos granos alterados de feldespatos. En los gru-

pos C y D hay presencia de moscovita en todos los perfiles, encontrándose este mineral sólo en los perfiles II y X del grupo E.

En los perfiles VI, VII y VIII hay presencia de sulfatos de calcio.

PERFIL VII



3. Residuo insoluble de roca madre

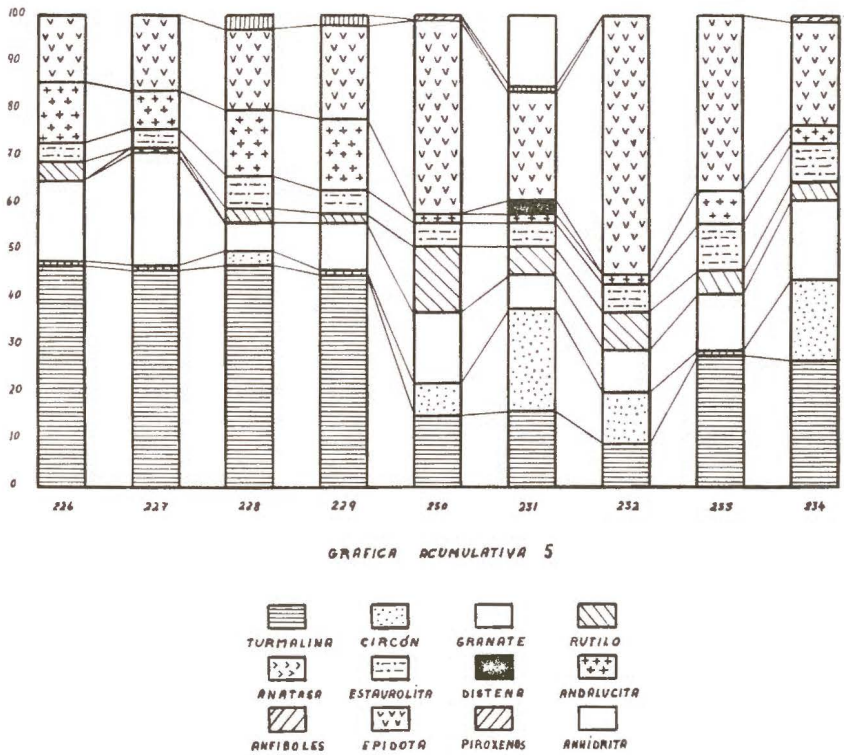
En el residuo arenoso de la roca madre triturada del perfil IV, en su fracción pesada, se identifican casi exclusivamente minerales laminares, clorita y moscovita, con las características dichas anteriormente.

La fracción ligera tiene composición casi igual a la de la fracción pesada, moscovita y clorita en menor cantidad, viéndose el paso de clorita a moscovita.

Se estudió el residuo insoluble de la roca madre del perfil XII, viéndose que se trataba de una caliza purísima con un residuo inapreciable, casi exclusivamente formado por granos de cuarzo subangulares y subredondeados, viéndose algunos exagonales. Escasísimos granos de plagioclasas y láminas de moscovita.

En la fracción pesada hemos identificado granos de turmalina y circón, algún granate y zoisita; escasas láminas de biotita alterada y algunos granos de hidróxido de hierro y leucoxeno.

PERFIL VIII



III. Estudio, en lámina delgada, de algunas rocas de origen

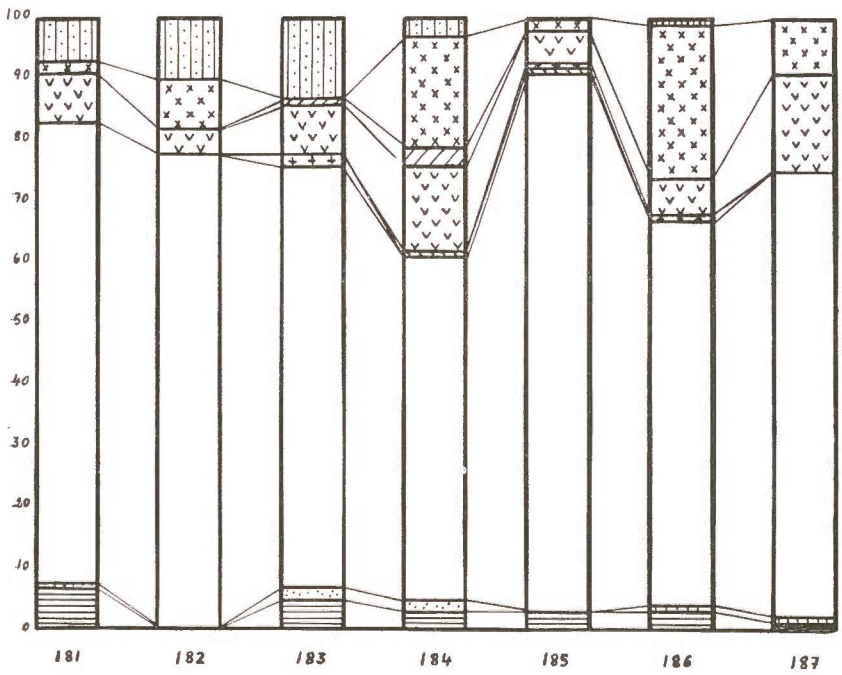
Lámina delgada de la roca madre (> 44 cm.). *Perfil IV*.

Tiene estructura porfídica orientada, en la que se distinguen abundantes fenocristales alotriomorfos de cuarzo; también identificamos lá-

minas irregulares de clorita (a veces se observan láminas en paso de biotita a clorita), y láminas pequeñas de biotita. Fenocristales escasos de feldespato ortosa. Granos opacos de magnetita.

Como minerales accesorios resaltan turmalinas prismáticas heterométricas bien conservadas, de color rosado con pleocroísmo verde-azulado e inclusiones cristalinas y opacas y algunos circones redondeados; todo ello englobado en una matriz silícea.

PERFIL II



GRAFICA ACUMULATIVA 6

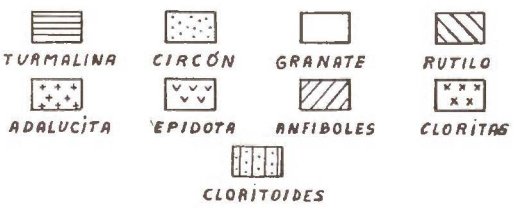
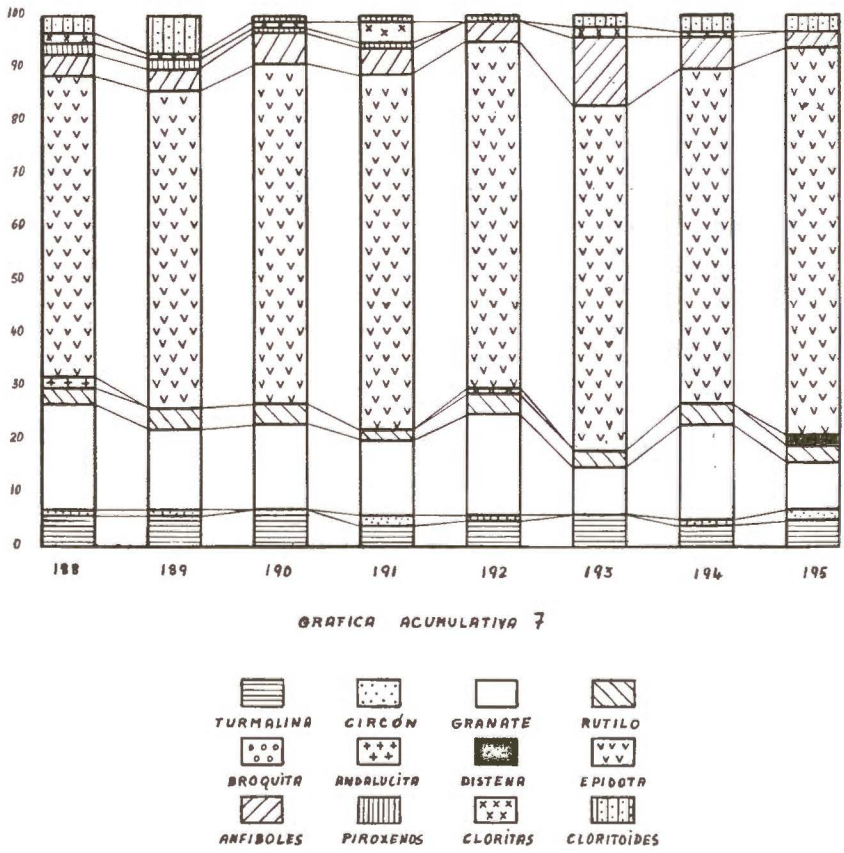


Lámina delgada de la roca madre (22-47 cm.). *Perfil X.*

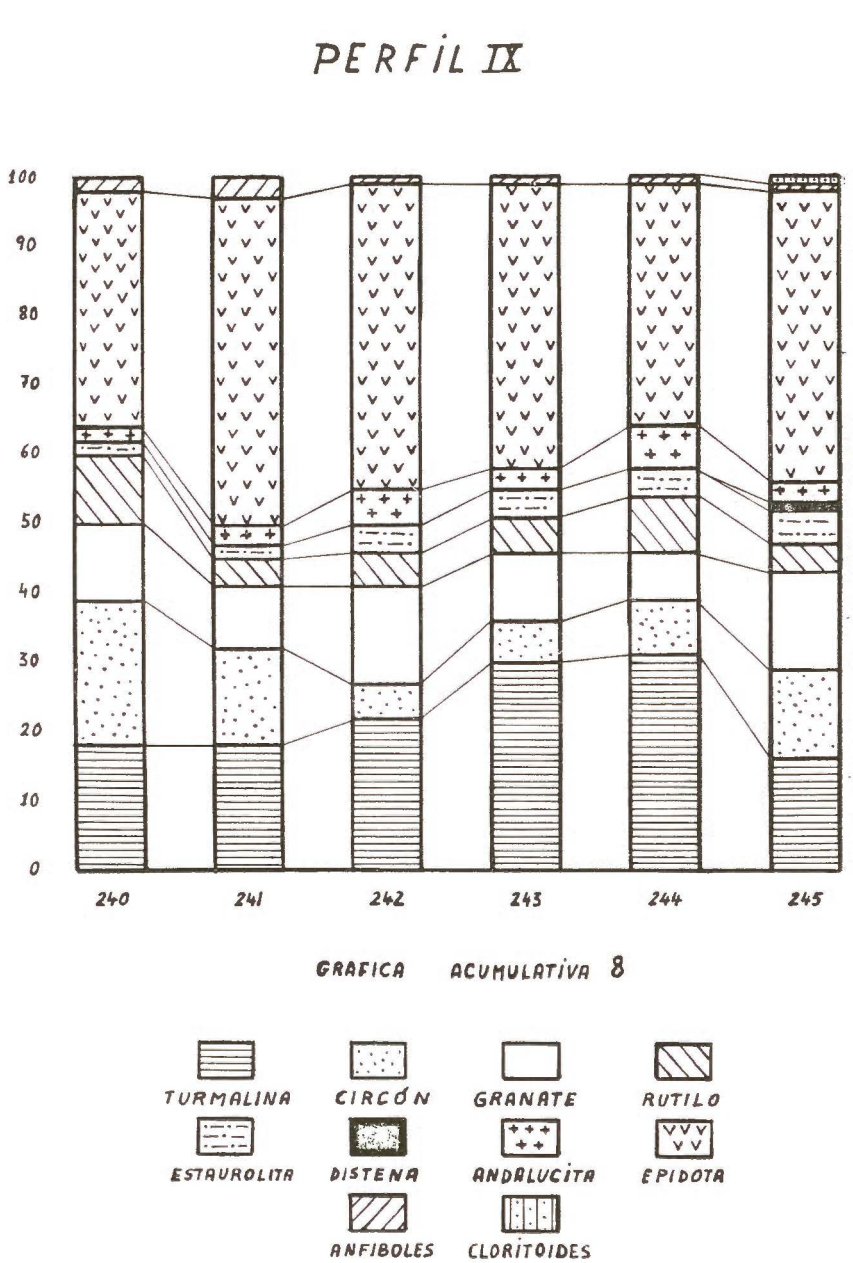
Cemento calizo-ferruginoso. Grietas longitudinales, a veces ramificadas. Granos de cuarzo bastante escasos y espaciados. Hay algunos cristales de calcita individualizados. Porosidad escasa. Calibrado deficiente. Hay acumulaciones locales de óxidos de hierro.

PERFIL III



(52-60 cms.).

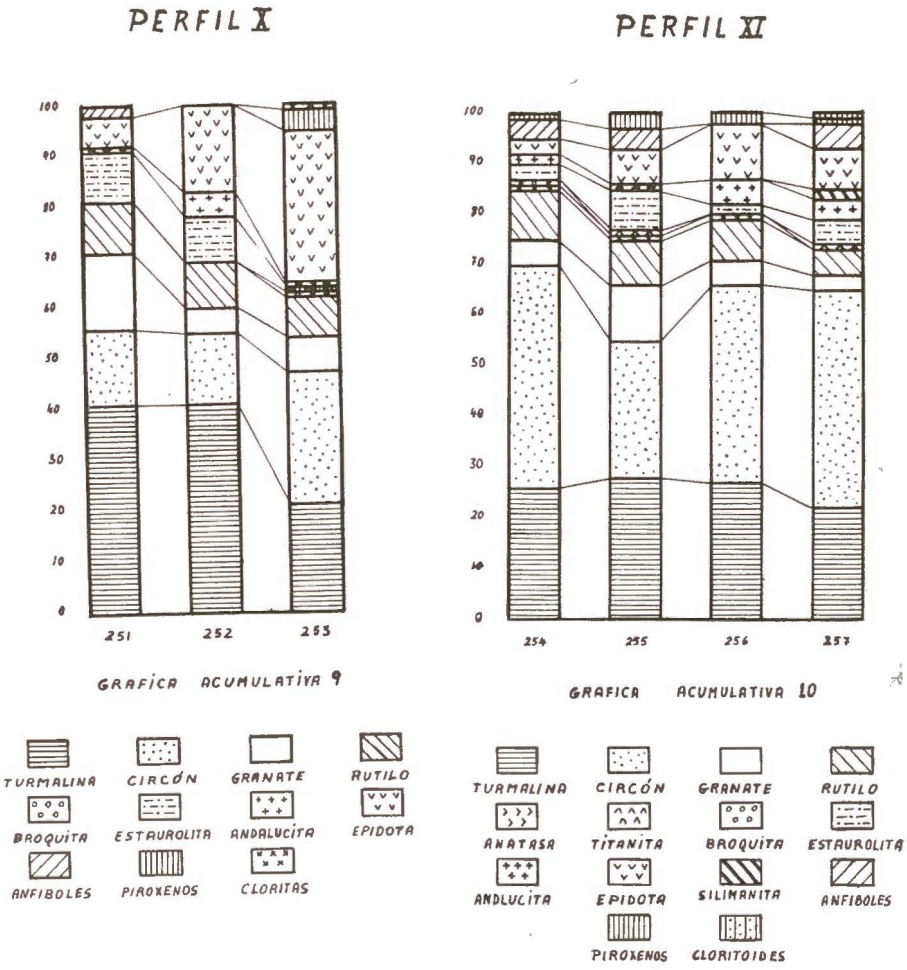
Roca caliza de grano muy fino en la que el cemento calizo está impregnado por hidróxido de hierro; entre el cemento se distinguen granos irregulares de cuarzo, algunos de carbonato cálcico y restos muy mal conservados de caparazones de foraminíferos. En muy escaso número identificamos granos redondeados de circón. Porosidad acusada.



IV. Carbonatos

Se ha realizado la calcimetría utilizando el calcímetro Bernard (Ministerio de Agricultura).

En casi todos los perfiles estudiados obtenemos porcentajes eleva-



dos de carbonatos, con diferencias señaladas dentro de un mismo perfil en aquellos horizontes en los que existe una acumulación.

Como excepción, señalamos los perfiles I y XII, en los que baja mucho el contenido en $CO_3^=$, especialmente en el XII, haciéndose casi nulo por tratarse de una *terra rossa* (tabla II).

V. pH

Se ha determinado el pH en agua destilada, con pHmetro Beckman.

En todos los suelos estudiados el pH es alcalino, siendo el valor más alto 8,6, correspondiendo esto con los atribuidos a estos tipos de suelos.

Para la *terra rossa* obtenemos los valores más bajos, subiendo éstos

conforme profundizamos en el perfil y nos acercamos a la roca madre caliza (tabla II).

TABLA II

	Núm. de muestra	% CO_3=	pH		Núm. de muestra	% CO_3=	pH
Grupo A:				Grupo B:			
Perfil IV	202	10	7,9	Perfil XII	259	2,6	7,1
	203	15,2	7,8		260	1,2	7,2
	204	42	7,6		261	3	7,4
					262	2	7,5
Grupo C:				Grupo D:			
Perfil I	174	18	7,5	Perfil VII	214	46,2	7,9
	175	16	7,1		215	38	7,7
	176	17,8	7,6		216	40,6	7,9
	177	18,6	7,7		217	45,6	7,8
	178	20,2	8,1		218	48	7,6
	179	16	8		220	51,4	7,6
	180	14,6	8		221	61,2	7,6
Perfil V	205	44	7,5	Perfil VIII	226	40,6	7,5
	206	46,8	7,8		227	45	7,5
	207	44,6	8,6		228	47,4	7,6
	208	40,6	8,5		229	47,4	7,6
Perfil VI	209	52	7,2		230	45,6	7,7
	210	41,4	7,2		231	48,2	7,7
	211	36	7,4		232	58	7,9
	212	46,8	7,7		233	60	7,7
	213	42	8		234	59,2	7,7
Grupo E:				Grupo E:			
Perfil II	181	12	7,7	Perfil IX	240	30,2	7,3
	182	8,6	7,9		241	33,6	7,4
	183	25,8	7,7		242	46,8	7,7
	184	85	7,5		243	41,6	7,5
	185	85,5	7,7		244	42	7,4
	186	65,4	7,7		245	48	7,4
	187	48,2	7,7				
Perfil III	188	32	7,7	Perfil X	251	22	7,4
	189	34,6	7,8		252	50,8	7,5
	190	38	7,3		253	28	7,6
	191	46,8	7,4				
	192	46,2	7,7	Perfil XI	254	32	7,6
	193	47,9	7,8		255	48,3	7,5
	194	33,4	7,8		256	30,8	7,8
	195	40	7,8		257	56	8

VI. Consideraciones sobre la mineralogía de estos suelos

Terra rossa.

Perfil XII

Este suelo es una mezcla de arcilla roja de decalcificación, procedente de la roca subyacente y un complejo detrítico fósil.

El predominio casi exclusivo de minerales resistentes, junto a la carencia de CO_3Ca en los cuatro primeros horizontes, nos indica que se trata de un suelo formado sobre caliza, pero que debido a un intenso lavado favorecido por las condiciones del medio ambiente, el carbonato ha sido eliminado, acumulándose el hierro.

No se ve claramente la posibilidad de un aporte ajeno a la roca madre, excepto en el caso de la estaurolita, la cual es muy escasa, no llegando a un 5 por 100, ya que los granos encontrados en el perfil son poco rodados y bien conservados, lo que indica un transporte rápido.

Suelos grises subdesérticos.

Perfiles I, V y VI

Clasificados como tales a causa de su color claro, debido a la casi inexistencia de materia orgánica. Se forman en climas áridos, observándose con frecuencia una costra yesosa calcárea en superficie, no habiendo ningún lavado de sales.

El porcentaje de SO_4Ca es más elevado en los perfiles V y VI a causa de la presencia de un Trías yesoso (Fernex, 1962), o bien formándose *in situ* por las condiciones climáticas de la zona. No obstante, la alteración química observada en los sulfatos, así como la erosión física de los mismos, nos inclina a suponer que proceden del Keuper.

En algunos horizontes se ve el paso de yeso a anhidrita por fenómenos de deshidratación.

Es de notar también la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro en los horizontes C del perfil V y en los (A)/(B) y (B)/C_1 del perfil VI, achacable a los cambios climáticos que se iniciaron en el Terciario con el paso de un período húmedo, casi tropical rubeficante, a uno árido.

Se destaca en los perfiles V y VI la circunstancia de no haber podido efectuar contaje en cinco horizontes, a causa de la escasez de granos minerales, siendo esto debido a la textura limo-arcillosa del material y al alto contenido (más del 40 por 100) de CO_3Ca, obteniéndose una fracción arena aproximada al 1 por 100, siendo casi toda cuarzosa.

Se diferencia el perfil I de los anteriores en su composición mineralógica, por influir en ella los aportes procedentes de la sierra de los Filabres, en la que hay esquistos metamórficos, fuente de los granates y cloritoides encontrados en las muestras.

Hay presencia de sulfatos en algunos horizontes, con porcentajes muy bajos, procedentes de materiales del Trías. El más elevado se corresponde con el horizonte C_1, el cual presenta acumulación de yeso.

La alteración de los minerales en este perfil es predominantemente mecánica.

Suelos pardos

Perfiles IV, VII, VIII, II, III, IX, X y XI (grupos A, D, E).

Los que hemos estudiado se caracterizan por su escasez en humus, disminuyendo éste con la profundidad, y su contenido en CO_3Ca es elevado en los horizontes superficiales y su color pardo es debido precisamente a su humus cálcico.

Estos suelos se han debido formar en un clima mediterráneo, árido o semiárido, de vegetación esteparia; según Duchafour (1965), son suelos antiguos policíclicos, ligados a alternancias climáticas del Cuaternario.

Caracterizados estos suelos por un perfil AC, con un horizonte de acumulación (B) y un horizonte de acumulación calcárea Ca, llamado costra caliza. Su pH superior a 7 y su color vivo es debido a un contenido elevado de óxidos de hierro, parcialmente rubeficados. También son suelos que presentan una débil cantidad de minerales alterables ferromagnesianos y plagioclasas; en nuestro caso, el conjunto de los minerales hallados corresponde a especies resistentes, salvo el grupo de epidota-zoisita, que consideramos formada *in situ* a partir del metasomatismo del calcio, presente en todos los perfiles como carbonato.

Como ya hemos indicado, debido a la heterogeneidad del material originario de los suelos pardos que estudiamos, hemos seguido el criterio geológico para su agrupación.

A) *Perfil IV.*

Aunque es un suelo con abundante cantidad de arena, la fracción pesada es muy escasa. Se aprecia claramente la influencia de la roca madre que ha originado este suelo, sobre todo en el horizonte (B)/Ca que descansa sobre aquélla, donde hay un alto porcentaje de clorita. También justifica su procedencia el encontrar en todo el perfil abundancia de moscovita con signos de metamorfismo, confirmado todo esto por el estudio de la roca madre en lámina delgada y residuo in-

soluble, lo que nos señala como material originario los esquistos cristalinos. Las turmalinas identificadas en la roca madre son semejantes a las halladas a lo largo del perfil.

Por la morfología de las especies minerales identificadas y su apariencia fresca, este suelo se desarrolló sobre la roca madre y no ha sufrido alteración química.

La presencia de cuarcitas en esta zona atestigua la abundancia de cuarzo en la fracción ligera, en la que aparece en agregados microcristalinos, teniendo un origen autígeno.

D) *Perfiles VII y VIII.*

Ambos perfiles presentan un alto contenido en carbonatos, casi un 50 por 100; su fracción arena es bastante elevada, aunque corresponde en su mayoría a fracción ligera.

No hay una clara dominancia de minerales resistentes, pues está bien representado el grupo de minerales metamórficos.

Por la morfología de las especies minerales halladas y su escasa alteración química, pensamos que se trata de suelos en los que, por una parte, el carbonato cálcico ha actuado como protector de los minerales evitando su alteración; por otra parte, se trata de sedimentos pliocénicos, con un área madre muy cercana, manifestándose esto en que los granos minerales se presentan en general con formas subangulares a causa de un transporte rápido. La escasa alteración química es debida al clima uniforme y árido.

El yeso que encontramos en el perfil VIII, en los horizontes Ca/C (47-70 cm.) y Ca/C (70-85 cm.), lo consideramos como un aporte de los materiales yesíferos de la zona.

E) *Perfiles II, III, IX, X y XI.*

Como ya hemos visto, los perfiles II y III difieren del resto de los de su grupo por su asociación mineralógica, en la que se ve claramente la influencia que en su formación han tenido los materiales metamórficos procedentes de la sierra de los Filabres; en ésta, según Fauret-Muret, Solé, Fontboté, Fallot (1959), se encuentran micacitas con areniscas intercaladas en los esquistos metamórficos. Las micacitas son muy ricas en cuarzo, con moscovita, algo de biotita pasando a clorita, y granate, encontrándose algunas veces cloritoide.

Algunas de las turmalinas identificadas en nuestras muestras tienen una coloración igual a las halladas en las rocas de la sierra de los Filabres (coloraciones rosa-verde).

El encontrar preferentemente formas subangulares y granos prismáticos, nos indica un transporte corto a causa de la proximidad del

área madre; por otra parte, su buena conservación es debida a que estos sedimentos, al ser modernos, no han sufrido alteración apreciable.

Se observa en los horizontes A_1, A_2, A_3/C_1, C/Ca_1 una acumulación de minerales opacos naturales y de alteración. También destacamos en los dos primeros del perfil II su bajo contenido en minerales densos transparentes.

El perfil IX tiene representados los grupos minerales resistentes y metamórficos. Por estos últimos atribuimos su origen, como en el caso de los perfiles VII y VIII, a la sierra del Puerto, y a su prolongación al noroeste por la sierra de la Cuesta del Gallo, situada al norte de la zona de la toma de muestras.

Como se ve por los resultados de los análisis mineralógicos de los perfiles VII, VIII y IX, hay una total analogía en cuanto a las especies minerales, aunque con una pequeña diferencia numérica a favor de los dos primeros perfiles citados, atribuible a su mayor proximidad a las sierras dichas. Las condiciones de depósito de los minerales en los perfiles VII, VIII y IX son iguales, debido a que el medio ambiente en que se han depositado ha sido común.

Los perfiles tomados en la provincia de Alicante presentan una asociación de minerales resistentes (turmalina y circón), junto con una representación de minerales metamórficos y ferromagnesianos. Son muy semejantes entre sí, tanto en su composición como en la manera de presentarse.

Son suelos que no han sufrido una alteración química intensa, porque los minerales hallados en la roca madre los encontramos en el perfil.

La fracción ligera de todos los perfiles de este grupo es predominantemente cuarzosa, por lo que su riqueza en sílice está de acuerdo con su condición de depósitos sedimentarios.

Resumiendo, estos perfiles estudiados presentan las características de las tierras pardas: formados sobre roca caliza, con un horizonte de acumulación Ca, pH mayor que 7, pobres en materia orgánica y ricos en CO_3Ca. Según Albareda y Hoyos de Castro (1948), los suelos pardo-calizos de la zona árida española son esqueléticos, muy silíceos y presentan las características de los suelos desérticos. En estos suelos la erosión es predominantemente física, consistente en la destrucción de los minerales de la roca; por el contrario, la escasez de acciones químicas es debida a la poca humedad y a la acción protectora del CO_3Ca sobre los minerales, por lo que se encuentra poca arcilla y predominio de sílice en su formación.

Estos caracteres son los que corresponden a las actuales condiciones ambientales de estos suelos, lo que parece indicar que en su formación se dieron circunstancias climáticas análogas a las actuales.

Resumen

Se ha realizado el análisis mineralógico de doce perfiles de suelos mediterráneos de las provincias de Almería, Murcia y Alicante.

Con los resultados obtenidos se pretende ver la influencia del material originario en su formación y las condiciones de depósito.

Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Madrid

Bibliografía

Albareda Herrera, J. M.ª y Hoyos de Castro, A. 1948. Edafología, 276. Editorial S. A. E. T. A. Madrid.

Aleixandre, T. 1965. Estudio mineralógico de unos suelos de origen volcánico de la provincia de Murcia. Anal. Edaf. y Agrob., XXIV, 9-10, 521-548. Madrid.

Duchafour, Ph. 1965. Précis de Pédologie, 438. Ed. Masson y Cie. Paris.

España y Portugal. 1961. Mapa de carreteras. 1:1.250.000. Ed. Paraninfo. Madrid.

Faure-Muret, A., Solé, L., Fontboté, J. M.ª y Fallot, P. 1959. Le bétique de la partie occidentale de la sierra de Filabres (Andalousie) Espagne. C. R. Ac. Sc., 248, 3655-3659. Paris.

Faure-Muret, A., Solé, L., Fontboté, J. M.ª y Fallot, P. 1959. Sur la géologie de l'extrémité orientale de la sierra de Filabres et sur l'individualité de la série de la Sierra Nevada. C. R. Ac. Sc., 249, 9-13. Paris.

Fernex, F. 1962. Remarques sur la tectonique du Bétique de Málaga oriental de Lorca-Vélez Rubio (Espagne méridionale). Extr. Arch. Sc., 15, 2. Ginebra.

Fontboté, J. M.ª 1965. Mapa Geológico de España y Portugal, 1:1.250.000. Ed. Paraninfo e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Instituto Geológico y Minero de España. Mapa Geológico de España. 1:50.000.

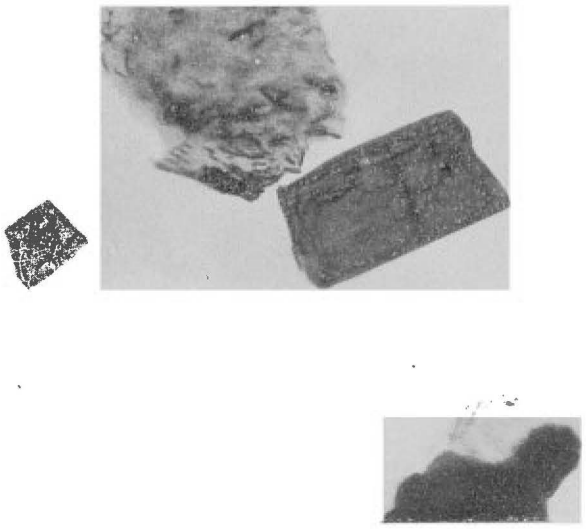
Número	H. y Mem. número		Año
90	872	Alicante...	1946
92	914	Guardamar del Segura	1946
95	935	Torrevieja	1946
127	871	Elda	1950
168	934	Murcia	1951
169	955	Fuente Alamo de Murcia	1951
190	933	Alhama de Murcia	1952
191	956	San Javier	1952
220	893	Elche...	1953
243	823	Jávea...	1954
301	954	Totana	1958
302	932	Coy	1958
329	848	Altea...	1960
332	822	Benisa	1961

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Instrucciones para análisis de tierras formulado por la Estación de Química Agrícola.

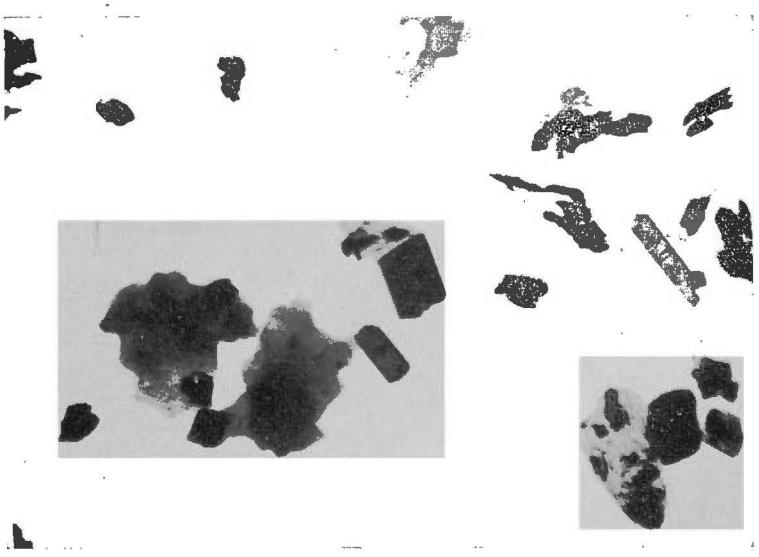
PÉREZ MATEOS, J. 1965. Análisis mineralógico de arenas. Manuales de Ciencia actual, núm. 1, 265. Ed. C. S I. C. Madrid.

SOLÉ, L. y LLOPIS, N. 1951. Península Ibérica. Geografía Física. T. IX de la Geografía Univ. de P. Vidal de la Blanche y L. Gallois, p. 500. Barcelona.

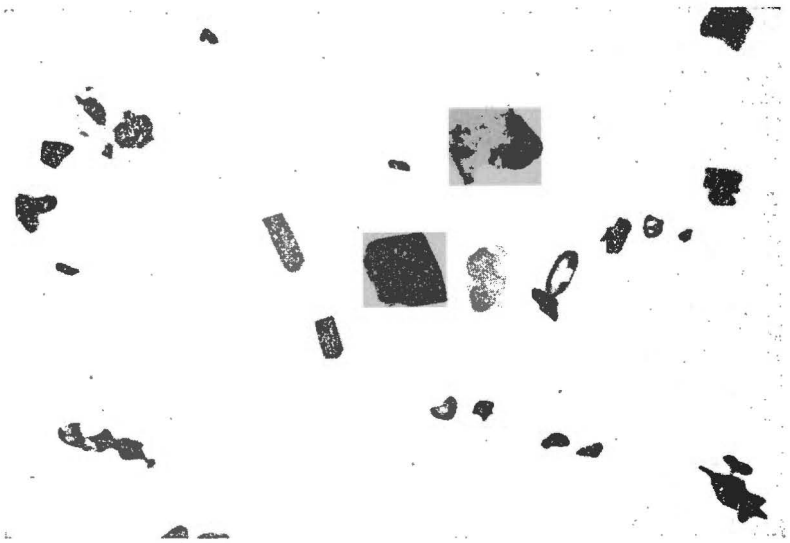
Recibido para publicación: 8-II-68



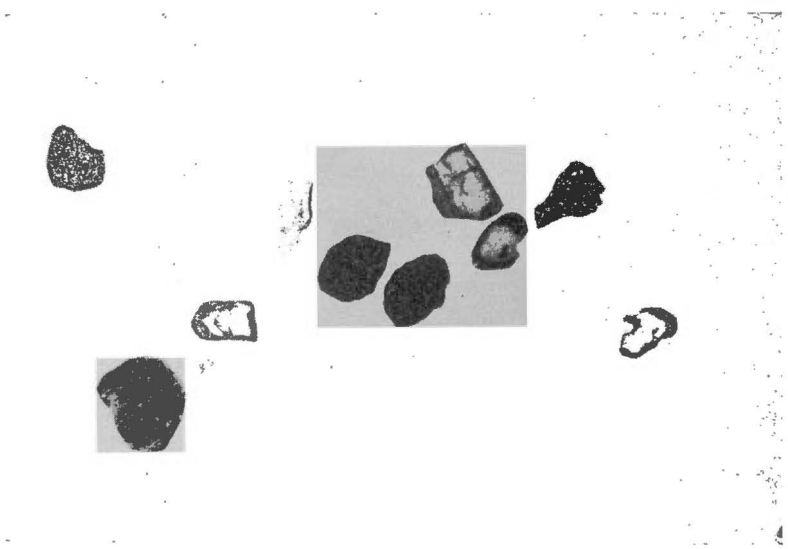
1.—M. 203.—Turmalinas prismáticas (× 63)



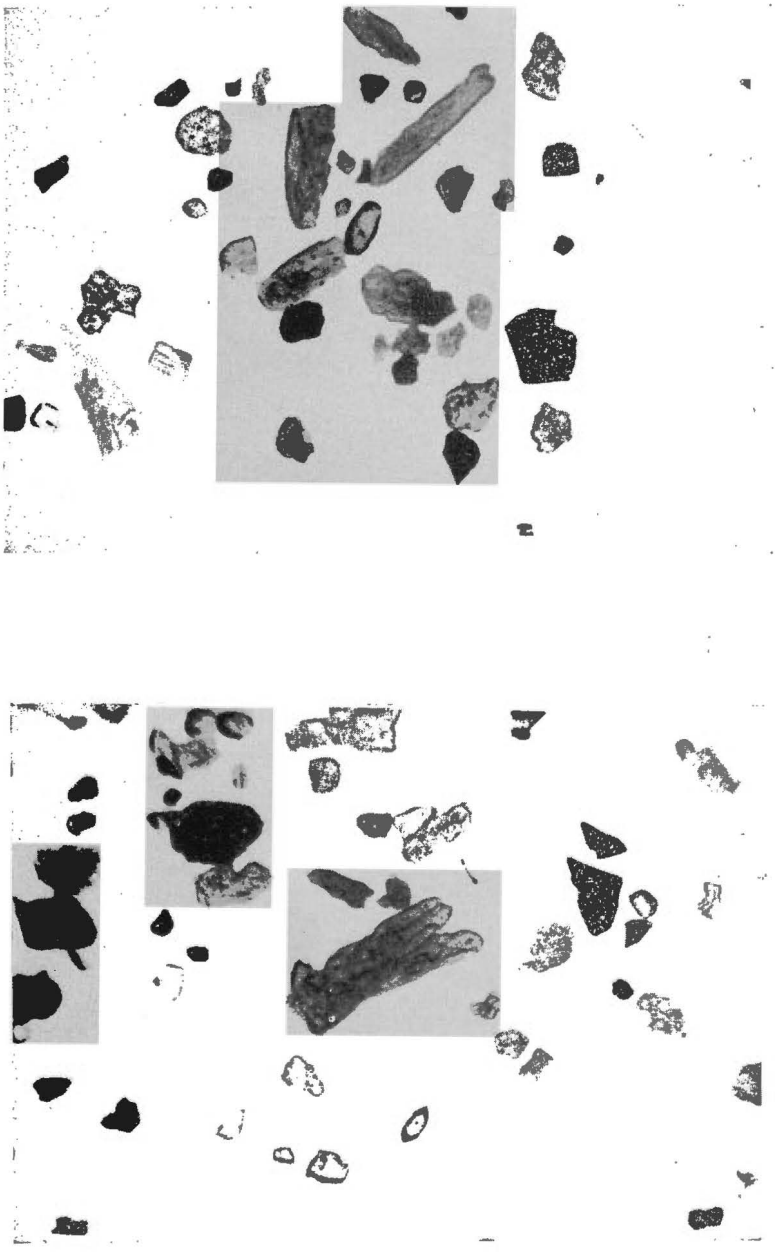
2.—M.204.—Turmalinas prismáticas con láminas de clorita y moscovita con inclusiones opacas (× 63)



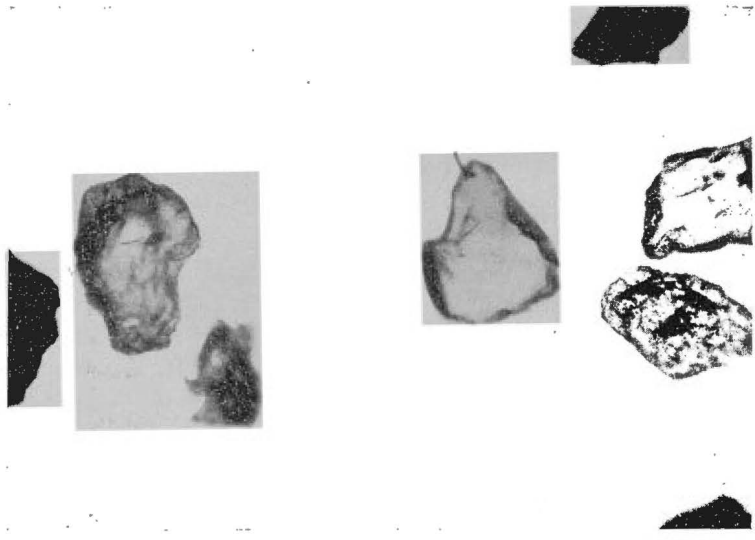
3.—Residuo insoluble de roca madre, P. IV, viéndose turmalinas prismáticas y minerales laminares con características análogas al resto del perfil (× 63)



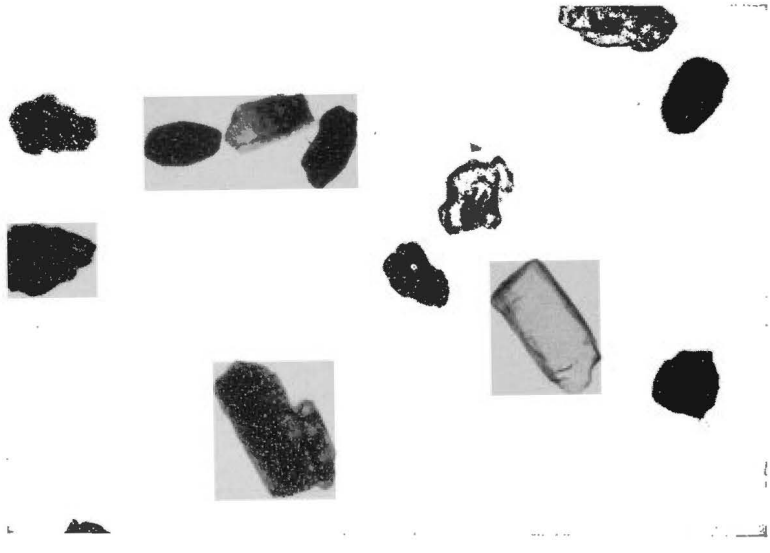
4.—M. 261.—Circón, epidota y turmalina en asociación con minerales opacos (× 63)



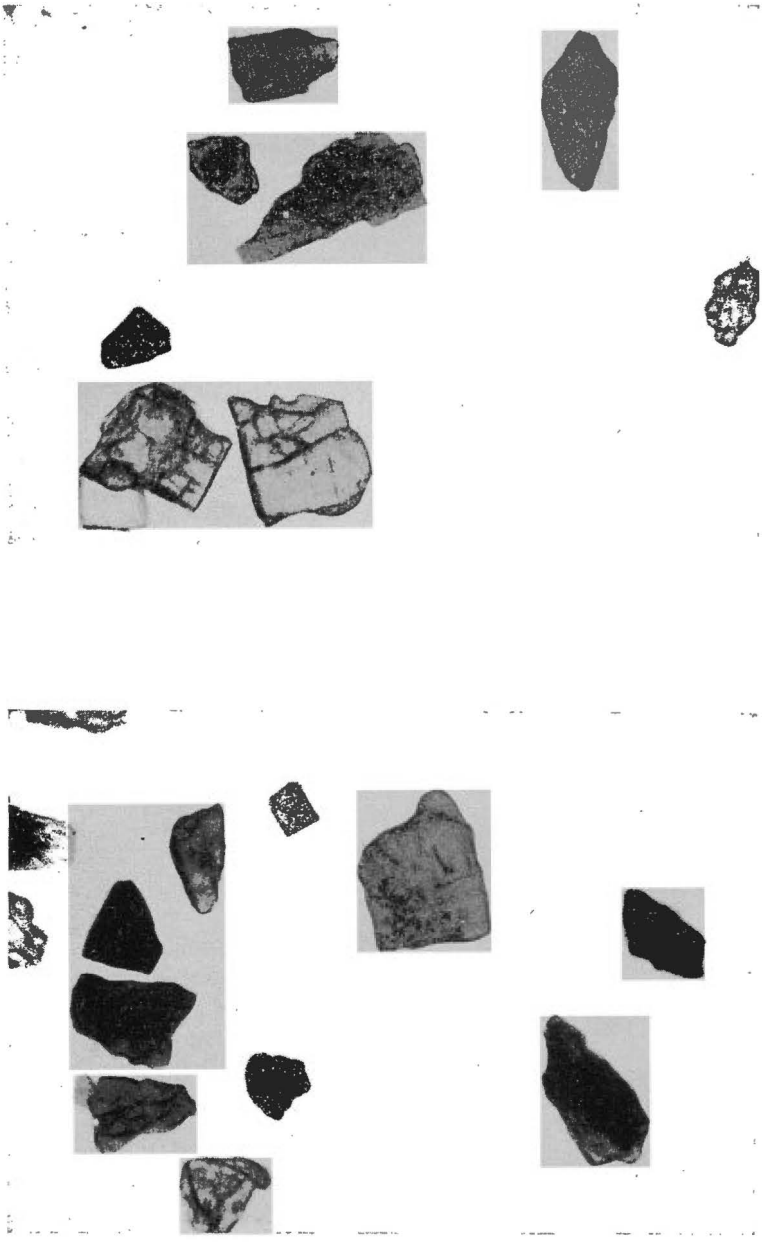
5 y 6.—M. 209. - Formas de anhidrita junto con minerales resistentes y opacos. (× 63)



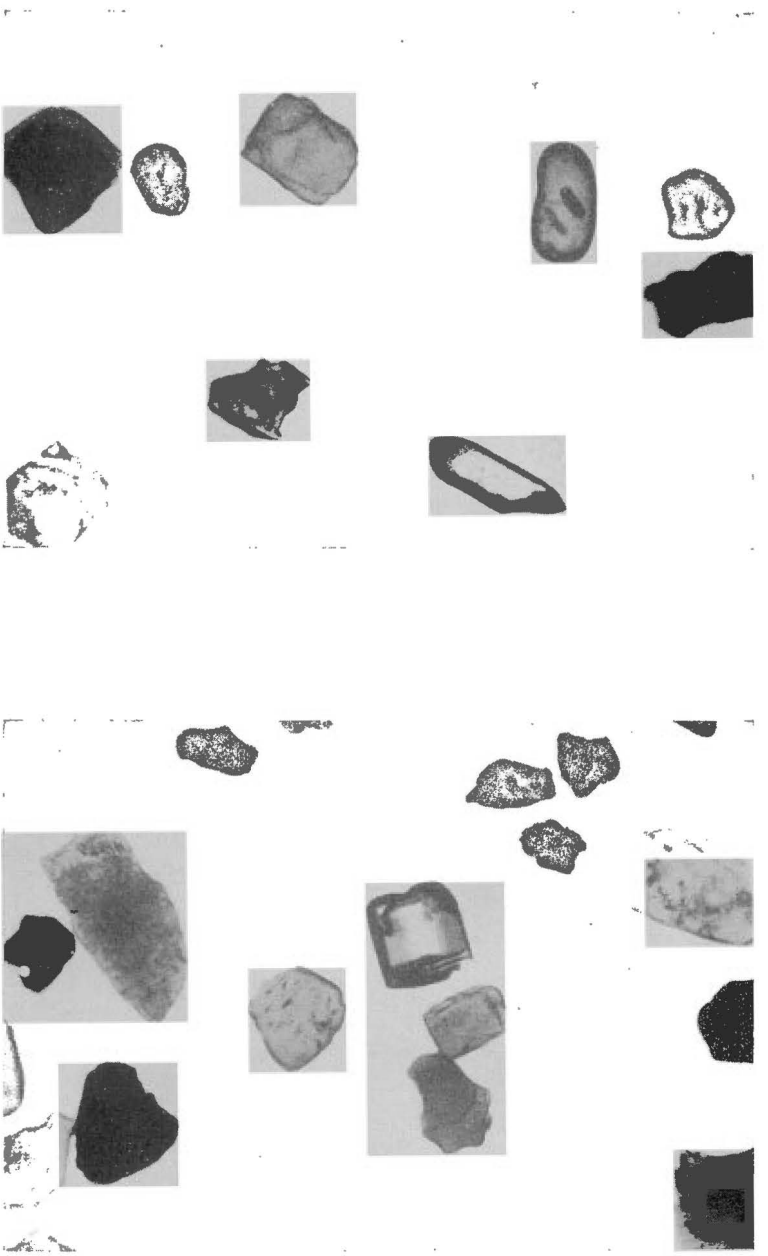
7.—M. 175.—Granates subangulares en asociación con clorita. (× 63)



8.—M 216.—Turmalinas prismáticas con granate subangular y minerales opacos. (× 63)



9 y 10.—M. 193. Cristales prismáticos de epidota-zoisita, acompañados de anfiboles y opacos. (× 63)



11 y 12. —M 255 y 257. – Conjunto de turmalina, circón y opacos. (× 63)

PLACAQUODS DEL NORTE DE GALICIA

I. CARACTERISTICAS MACROMORFOLOGICAS Y ANALITICAS GENERALES (*)

por

L. J. ALIAS y A. PEREZ PUJALTE

SUMMARY

PLACAQUODS FROM THE NORTH OF GALICIA.—I. GENERAL MACROMORPHOLOGICAL AND ANALYTICAL CHARACTERISTICS

The authors study five soil profiles belonging to the *Placaquods* Great Group of the American 7th Approximation to Soil Classification. They were developed under a heath vegetation made up mainly by *Erica ciliaris*, *Erica tetralix*, *Erica umbellata*, and *Calluna vulgaris*, in a very humid climate. Two profiles derived from micaceous schists associated to quartzites and the other three from granites. The placic horizon is well developed and consists in a hard, thin ironpan 5 to 10 mm. thick. The morphology of the profiles shows marked differences: the superficial humus horizon is generally an umbric epipedon, but it occasionally meets the requirements of the histic epipedon; the albic horizon has a variable degree of distinctness; in addition to the placic horizon and above and/or under it some profiles show other spodic horizons. According to the macromorphological and analytical characteristics of the soils, some Subgroups of *Placaquods* are tentatively proposed. This is the first time such soils are described in Spain.

INTRODUCCIÓN

En la 7.ª Aproximación de la Clasificación Americana de Suelos (1960), reciben el nombre de *Placaquods* los *Aquods* (podsoles hidromorfos) caracterizados por presentar un horizonte spódico consistente en un pan delgado de hierro (espesor menor de 2 mm.), ondulado o con invaginaciones, duro, continuo, impermeable al agua e impenetrable por las raíces. Se trata, por tanto, de un Gran Grupo de suelos del orden *Spodosols* que, según se indica en el citado sistema de clasificación, están limitados a climas perhúmedos y se conocen en Gran Bretaña, Nueva Zelanda, Tasmania y Canadá y probablemente existan en otros lugares. Dada la escasez de tales suelos en los Estados Unidos, no se establece subdivisión del Gran Grupo.

(*) Trabajo realizado con ayuda para el fomento de la investigación en la Universidad.

Tanto en el apéndice a la 7.ª Aproximación de la Clasificación de Suelos (1964) como en las conferencias pronunciadas por Smith (1965) en la Universidad de Gante sobre clasificación de suelos, se indica ya la posibilidad de añadir a los horizontes diagnósticos el horizonte spódico particular que caracteriza, entre los *Aquods*, al Gran Grupo de los *Placaquods*.

En efecto, en el Suplemento de marzo de 1967 se crea como nuevo horizonte diagnóstico, entre otros, el horizonte pláquico (placic horizon), que se define en la forma siguiente: «El horizonte pláquico es un pan cementado delgado, negro a rojo oscuro, presumiblemente cementado por hierro. Su espesor generalmente oscila entre aproximadamente 2 mm. y unos 10 mm. Rara vez tiene un espesor de 1 mm. o menos, o alcanza un espesor de 20 a 25 mm. en pequeñas zonas. No va asociado a estratificaciones en el material original, sino que existe en el solum aproximadamente paralelo a la superficie del suelo y, en general, en los 50 cm. superiores del suelo mineral. Tiene una forma ondulada pronunciada o incluso con invaginaciones. Se presenta como un solo pan, no como capas múltiples. Es difícilmente permeable o impermeable al agua y a las raíces.»

Tras la introducción del horizonte pláquico como horizonte diagnóstico en el sistema americano de clasificación de suelos, se redefinen los *Placaquods* como «*Aquods* que poseen un horizonte pláquico que descansa sobre un horizonte spódico, un fragipan o sobre un horizonte álbico al que siga un fragipan. Puede haber un epipedón hístico en la superficie. Los horizontes situados sobre el horizonte pláquico están saturados con agua en algún período y tienen moteados de bajo croma débiles o distintivos», y se establece como subgrupo único el de los *Placaquods típicos*, caracterizados por tener una temperatura anual media superior a 0° C y carecer de epipedón hístico, lo cual abre la posibilidad de creación de los subgrupos de *Placaquods cryicos* e *hísticos*.

Los *Placaquods* comprenden suelos que han recibido diversos nombres en las clasificaciones europeas. Así, para Duchaufour (1961), los *Placaquods* son equivalentes a los *Podsol-Stagnogley* o *Molkenpodsoles* de los autores alemanes, aunque Jahn (1957, 1960) distingue, entre los suelos de tipo *Stagnogley*, los *Stagnogleys* propiamente dichos y los *Bändchenstagnogleys*, de los que sólo los segundos parecen corresponder a los *Placaquods*, ya que, en efecto, Mückenhausen (1962) da el nombre de *Bändchenpodsol* a suelos de la *Clase Podsol*, similares a los descritos por Jahn (1957, 1960) como *Bändchenstagnogleys*, mientras que incluye en la *Clase Staunässeböden* a los *Stagnogleys* propiamente dichos. También es posible que pertenezcan a los *Placaquods* algunos de los suelos denominados *Ortsteinstaupodsol* por Mückenhausen (1962), particularmente cuando la ortstein cumpla los requisitos exigidos para el horizonte pláquico y los horizontes su-

periores presenten unos caracteres hidromorfos lo suficientemente marcados. Por último, los *Placaquods* corresponden a algunos de los *Gley podsolic soils* de la clasificación inglesa de Avery (1956), e incluyen, sin duda alguna, a los *Peaty gleyed podzols* estudiados por Crompton (1956).

De acuerdo con las características climatológicas del norte y noroeste de la Península Ibérica, de las que hablaremos con mayor detalle más adelante, las condiciones son favorables en algunas comarcas para la formación del horizonte pláquico y, en efecto, existen en la zona húmeda española suelos pertenecientes al Gran Grupo de los *Placaquods*, de los que, por primera vez, se describen en este trabajo algunos perfiles de los existentes en el norte de Galicia. Se trata de suelos de macromorfología bastante variada existentes en las zonas más húmedas, sobre micasquistos y granitos, bajo una vegetación natural de brezal esencialmente constituido por *Erica ciliaris*, *Erica tetralix*, *Erica umbellata* y *Calluna vulgaris* con escaso *Ulex europaeous* y *Ulex nanus* y algunas *gramíneas*, en el que frecuentemente existe un estrato muscinal en ocasiones denso.

Macromorfología de los perfiles de «Placaquod» estudiados

Perfil 58.

Localidad: Goente (La Coruña).
Situación: Kilómetro 0,9 de la carretera de Goente (Puentedeume-Puentes de García Rodríguez) a la central del Eume.
Altitud: 580 metros.
Orientación: Oeste.
Pendiente: 2 al 5 por 100.
Topografía: Colinas.
Drenaje: Deficiente tanto lateral como en profundidad.
Roca madre: Micasquistos y cuarcitas.
Vegetación: *Erica ciliaris*, *Calluna vulgaris*, *Ulex europaeous*, *Adenocarpus complicatus*, *Potentilla tomentilla*, *Gallium saxatile*, con algunos *Pinus pinaster* jóvenes.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
1 - 0	01	Restos del brezal prácticamente inalterados.
0 -19	A11	Bastante orgánico, con humus moder ligeramente anmooriforme. Color negro (10 YR 2/1) en estado húmedo y gris oscuro (10 YR 4/1) en seco. Limo arenoso, con granos de arena muy decolorados. Sin estructura, tendiendo a granular media poco estable cuando se deseca. Muy enraizado.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
19 -25	A12	Todavía bastante orgánico. Color gris muy oscuro (10 YR 3/1) en estado húmedo y gris (10 YR 5/1) en seco. Limo arenoso, con granos de arena, grava y cantos abundantes de cuarcita muy lavados. Sin estructura. Algo enraizado.
25 -38	A2g	Muy poco orgánico. Color gris neutro (N 5) en estado húmedo y gris claro (2,5 Y 7/0) en seco. Limo arenoso, con arena muy fina, micácea, pegajosa y con escasa grava de cuarcita. Estructura masiva. Poco permeable. Se observan algunas manchas con distintos tonos pardos y rojos hasta rojo amarillento (5 YR 4/8) en estado húmedo. Relativamente duro. Muy poco enraizado. Límite inferior irregular sinuoso.
38 -39,5	B2irm	Horizonte con fuerte acumulación de hierro, muy moteado en diversos tonos de pardo rojizo, ligeramente endurecido en la parte superior con formación de una placa de color rojo oscuro. Color dominante rojo amarillento (5 YR 4/8) en estado húmedo. Límite sinuoso. Puede considerarse como un horizonte pláquico poco desarrollado.
39,5-59	B3irg	Color dominante amarillo pardo (10 YR 6/6) en estado húmedo y amarillo (10 YR 8/6) en seco, con abundantes manchas en distintos tonos ocres y rojos, hasta rojo amarillo (5 YR 4/8) en estado húmedo. Limo arenoso. Sin estructura, pero conservando la propia de la roca en algunas partes. Blando y friable. Presenta cierta acumulación de hierro muy irregularmente distribuido, siguiendo en general los planos de disyunción del esquisto.
+ 59	Cg	Esquistos micáceos con los que alternan algunos lechos de cuarcitas, muy fuertemente alterados, pero conservando su estructura, y con abundantes signos de hidromorfía, tales como manchas grises, gris verdosas y pardas a pardo rojizas.

Perfil 59 (fotografía 1).

Localidad: Recemel (La Coruña).
Situación: Cerro a la derecha del camino de Espiñadero a Recemel, aproximadamente frente al kilómetro 1.
Altitud: 500 metros.
Orientación: Norte.
Pendiente: 10 por 100.
Topografía: Colinas.
Drenaje: Lateral medio y malo en profundidad.
Roca madre: Micasquistos y cuarcitas.
Vegetación: *Erica ciliaris, Erica umbellata* y *Calluna vulgaris,* con escaso *Ulex europaeous.*

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
2 - 0	01	Restos del brezal prácticamente inalterados.
0 -17	A1	Bastante orgánico, con humus hidromoder grueso. Color negro a pardo muy oscuro (10 YR 2/1,5) en estado húmedo y gris oscuro a gris (10 YR 4,5/1) en seco. Limo arenoso, con alguna grava de cuarzo muy lavada. Sin estructura, tendiendo en seco a una estructura granular media incipiente muy poco estable. Límite inferior irregular, como consecuencia de la emigración de materia de este horizonte a lo largo de los canales dejados por las raíces.
17 -28	A2g	Muy pobre en materia orgánica y fuertemente decolorado y pseudogleyzado. Color general gris (5 Y 5/1) en estado húmedo y gris claro (10 YR 7/1) en seco, con abundantes manchas pardo rojizas, con colores hasta rojo amarillo (5 YR 4/8) en estado húmedo. Por los canales dejados por las raíces emigra material del horizonte A1, que aparece con color gris oscuro a pardo grisáceo oscuro y penetra hasta el horizonte pláquico. Limo arenoso fino, pegajoso, poco permeable. Estructura masiva. Límite inferior muy sinuoso.
28 -28,5	B2irm	Placa sinuosa y con invaginaciones, bastante dura y con fuerte acumulación de

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
		hierro. Color dominante pardo rojizo oscuro (2,5 YR 3/4) en estado húmedo y un color más oscuro en los 1-2 mm. superiores, en los que tiene también mayor dureza. Muy impermeable.
28,5-38	B3irg	Esquisto micáceo fuertemente alterado y pseudogleyzado, con cierta acumulación de hierro, principalmente a lo largo de los planos de disyunción de las partes en que el esquisto conserva su estructura. Color muy variable, de pardo amarillo claro (2,5 Y 6/4) en la partes más claras, a rojo amarillo (5 YR 5/8) en la de mayor acumulación de hierro. Se observa una muy ligera emigración de material de A1 a lo largo de los canales de las escasas raíces de *Ulex* que atraviesan el horizonte pláquico.
+ 38	Cg	Esquisto micáceo con cuarcitas, muy fuertemente alterado y algo pseudogleyzado. Color dominante gris claro (5 Y 7/2) en estado húmedo, con algunas separaciones de hierro que alcanzan un color pardo vivo (7,5 Y R 5/6). Conserva muy bien su estructura.

Perfil 66 (fotografía 2).

Localidad: Silán, ayuntamiento de Muras (Lugo).

Situación: Ladera del monte Carranco, entre Viveiró y Silán.

Altitud: 520 metros.

Orientación: Noroeste.

Pendiente: 5 al 10 por 100.

Topografía: Ladera de montaña.

Drenaje: Lateral medio, pero impedido en profundidad.

Roca madre: Granito de dos micas y grano fino.

Vegetación: *Erica cinerea, Erica tetralix, Erica ciliaris, Calluna vulgaris, Ulex europaeous, Daboecia cantabrica, Betula verrucosa, Gentiana* sp., *Festuca ovina, Festuca arundinacea, Corynephorus canescens*, etc.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
1,5- 0	01	Restos del brezal poco descompuestos.
0 - 7	A11	Bastante orgánico, con humus moder grueso. Color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2,5) en estado húmedo, pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco. Arena limosa. Sin estructura. Se observan algunos granos de cuarzo lavados. Muy enraizado.
7 - 22	A12	Todavía bastante orgánico. Color pardo oscuro (10 YR 3,5/3) en estado húmedo y pardo oscuro a pardo amarillento oscuro (10 YR 3/3,5) en seco. Arena limosa. Sin estructura. Se observan abundantes granos y grava de cuarzo lavados. Límite inferior irregular. Muy enraizado.
22 - 35,5	A2g	Horizonte eluvial muy decolorado y pobre en materia orgánica. Color general pardo claro (10 YR 6/3) en estado húmedo y pardo muy claro a gris claro (10 YR 7/2,5) en seco, con manchas que van de gris pardo claro (2,5 Y 6/2) a pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en estado húmedo, que lo hacen muy moteado en manchas pequeñas. Arena. Sin estructura. Límite inferior irregular. Escasamente enraizado.
35,5- 37,5	B21hg	Horizonte de acumulación de humus, muy pseudogleyzado. Color general pardo oscuro (7,5 YR 3/2) en estado húmedo y pardo (7,5 YR 4,5/4) en seco, con algunas manchas grises y otras de color hasta pardo rojizo oscuro (5 YR 3/2) en estado húmedo. Arena limosa. Sin estructura
37,5- 38	B22hirm	Placa de hierro, con abundante materia orgánica, de 5 a 10 mm. de espesor, continua y muy dura. Color rojo muy oscuro (2,5 YR 2/2) a pardo rojizo oscuro (2,5 YR 2/4) en estado húmedo, presentando el color más oscuro en la parte superior, que, además, es la más dura. Impermeable.
38 - 80	B23ir	Horizonte de acumulación de hierro, ligeramente pseudogleyzado. Color general rojo amarillento (5 YR 4/8) en estado hú-

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
		medo y rojo amarillo algo más claro (5 YR 4,5/8) en seco, con algunas manchas pardo oliva (2,5 Y 4/4) y muy escasas zonas de color pardo oscuro (7,5 YR 3/2) en estado húmedo. Muestra muy escasa acumulación de humus y posee algunas pequeñas placas discontinuas de hierro, particularmente en la parte superior de los cantos de granito en vías de alteración. Textura de arena. Sin estructura. Blando y friable.
80 -120	B3ir	Horizonte con ligera iluviación de hierro y ligeramente pseudogleyzado. Color pardo a pardo vivo (7,5 YR 5/5) en estado húmedo y amarillo rojizo (7,5 YR 6/6) en seco. Arena limosa. Sin estructura. Contiene abundantes fragmentos de granito fuertemente meteorizado.
120 -250	C	Granito alterado hasta profundidad muy variable.
+ 250	R	Granito de dos micas y grano fino muy fresco en algunos sitios.

Perfil 67.

Localidad: Mondoñedo (Lugo).
Situación: Monte Togiza, aproximadamente en el kilómetro 5,9 del camino de Mondoñedo a Estelo por Zoñán.
Altitud: 590 metros.
Orientación: Norte.
Pendiente: 25 al 30 por 100.
Topografía: Ladera de montaña.
Drenaje: Lateral medio, pero impedido en profundidad.
Roca madre: Granito de dos micas y de grano grueso, porfídico.
Vegetación: *Erica ciliaris, Erica tetralix, Calluna vulgaris, Ulex nanus, Festuca arundinacea* y otras gramíneas.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
6 - 0	01	Muy orgánico y turboso. Color pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en estado húmedo y gris muy oscuro (10 YR 3,5/1) en seco.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
		Fuertemente enraizado y muy afieltrado, con agregados granulares medios, relativamente duros y muy orgánicos, entre las raíces y abundantes restos vegetales en vías de descomposición.
0 - 7	A11	Muy orgánico, con humus hidromoder turboso. Color negro (10 YR 2/1) en estado húmedo y gris muy oscuro (10 YR 3,5/1) en seco. Limo arenoso, con algunas gravas y granos de cuarzo lavados. Sin estructura, desarrollando al secarse una estructura granular media, con agregados duros, poco porosos. Bastante enraizado.
7 - 16	A12	Bastante orgánico. Color negro a pardo muy oscuro (10 YR 2/1,5) en estado húmedo y gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/1,5) en seco. Limo arenoso, con abundantes gravas y granos de cuarzo lavados. Sin estructura, pero desarrolla al secarse una estructura granular media, en agregados duros y poco porosos. Se observan muy escasas manchas de color pardo amarillento. Algo enraizado.
16 - 24,5	A2g	Horizonte eluvial muy pseudogleyzado. Color general pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en estado húmedo y pardo a pardo claro (10 YR 5,5/3) en seco, con abundantes manchas pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) y pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en estado húmedo. Arena limosa, con muy escasa grava. Sin estructura; al desecarse desarrolla una estructura poliédrica subangular fina, muy inestable. Muy poco enraizado.
24,5- 25	B21hirm	Placa de acumulación de hierro con algo de materia orgánica, de 2 a 5 mm. de espesor, ligeramente endurecida. Color general rojo oscuro a pardo rojizo oscuro (2,5 YR 3/5) en estado húmedo. Impermeable.
25 - 38	B22hir	Color general pardo rojizo oscuro a pardo rojizo (5 YR 3,5/4) en estado húmedo, y pardo amarillento oscuro a pardo amari-

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
		llento (10 YR 4,5/4) en seco, con numerosas manchas de color húmedo pardo oscuro (7,5 YR 3/2), rojo oscuro (2,5 YR 3/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2). Arena limosa. Sin estructura, aun cuando se pueden separar algunos agregados poliédricos angulares medios a finos. Blando y friable.
38 - 51	B23hir	Color general pardo oscuro (7,5 YR 3/2) en estado húmedo y pardo (10 YR 4/3) en seco, muy escasamente moteado. Arena limosa. Sin estructura, separándose algunos agregados como en el anterior.
51 -300	C	Granito de dos micas y de grano grueso, porfídico, alterado en forma de gravilla.
+ 300	R	Granito totalmente fresco.

Perfil 68.

Localidad: Cuadramón (Lugo).
Situación: Monte Cuadramón, a 4,5 kilómetros de Cuadramón hacia Abadín
Altitud: 765 metros.
Orientación: Noreste.
Pendiente: 10 por 100.
Topografía: Montañosa.
Drenaje: Lateral medio; vertical deficiente.
Roca madre: Granito de grano fino.
Vegetación: *Erica tetralix*, *Erica ciliaris*, *Calluna vulgaris*, *Gentiana* sp., *Festuca* sp. y otras gramíneas.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
1 - 0	01	Restos del brezal poco descompuestos.
0 - 8	A11	Muy orgánico, con humus hidromoder grueso. Color negro (5 YR 2/1) en estado húmedo y negro (10 YR 2/1) en seco. Muy enraizado. Sin estructura en estado húmedo. Al secarse desarrolla una estructura granular media en agregados relativamente duros.

Prof. en cm.	Horizontes	Observaciones
8 - 18	A12	Todavía bastante orgánico y enraizado. Color negro a pardo muy oscuro (10 YR 2/1,5) en estado húmedo y pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en seco. Arena limosa, con abundantes gravas y fragmentos de granito alterados, con separaciones ocres de hierro. Sin estructura. Contiene algunas pequeñas placas de hierro totalmente discontinuas.
18 - 40	A2g	Color general pardo oscuro (10 YR 3,5/3) en estado húmedo; y pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco, con numerosas manchas cuyo color en estado húmedo va de rojo amarillento (5 YR 4/6) a pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4). Arena. Sin estructura. Poco enraizado. Blando y friable.
40 - 40,5	B2hir	Placa de hierro, muy irregular en profundidad, sinuosa, generalmente situada debajo del horizonte A2g, aunque a veces se presenta debajo de un horizonte C1. Color general rojo oscuro a pardo rojizo oscuro (2,5 YR 3/5) en estado húmedo, pero con manchas ocres. Su espesor es de 2 a 5 mm. Poco permeable.
40,5-120	C1g	Granito de grano fino muy alterado, pero conservando su estructura. Relativamente impermeable y fuertemente pseudogleyzado. Color en su parte externa pardo amarillento (10 YR 5/4) en estado húmedo y amarillo pardo a pardo amarillento claro (10 YR 6/5) en seco, y en la parte interna bastante variable, pero con predominio de gris oscuro (2,5 Y 4/0) y pardo grisáceo oscuro (2,5 Y 4/2), ambos en estado húmedo.
+ 120	C2	Granito arenizado, conservando su estructura.
	R	Granito de grano fino, fresco, que se presenta a profundidad variable.

Fotografía 1.—*Placaquod* sobre esquistos micáceos.

Fotografía 2.—*Placaquod* sobre granito de dos micas y de grano fino.

Climatología

Según Lautensach (1967), debido a su situación, el norte de Galicia está dominado, por una parte, por los caracteres regionales septentrionales; por otra, por los caracteres atlánticos, y constituye por ello un país extremadamente periférico de mediana altitud, al que corresponde la fórmula climática IfA_1pH_1/H_3, es decir, un clima siempre húmedo y totalmente atlántico, con máximo de las precipitaciones en invierno, con mínimo secundario en enero. Con la región hacia el Sur y el Este constituye el área más rica en precipitaciones, y por su situación más avanzada hacia el Noroeste, Galicia septentrional tiene el clima más oceánico de todo el muro montañoso norte y con ello de toda la Península. De acuerdo con los mapas del citado autor, la región a la que pertenecen los perfiles estudiados recibe una precipitación anual media superior a los 1.200 mm. y en muchas zonas está comprendida entre los 1.600 y 2.000 mm.; el valor de la temperatura media anual puede cifrarse en 8 a 12 °C, por lo que el drenaje climático es francamente alto y no existe ningún mes árido.

Métodos analíticos

En la realización de la parte experimental del presente trabajo se han seguido los siguientes métodos:

Análisis mecánico.

Método internacional, utilizando como agente dispersante una solución de metafosfato y carbonato sódicos y extracción con pipeta de Robinson.

Medida del pH.

Electrodo de vidrio, pH-metro WTW, en suspensión del suelo en agua y en solución 1N de ClK en relación 1:1.

Contenido en carbono orgánico.

Método de Anne, tal y como lo describe Duchaufour (1965).

Contenido en nitrógeno.

Método de Kjeldahl, según la descripción de Duchaufour (1965).

Bases de cambio.

Extracción de las bases de cambio de 10 grs. de suelo seco al aire y tamizado por tamiz de 2 mm., por lixiviación con 250 c. c. de acetato amónico 1N, tamponado a pH = 7, eliminación de sales amónicas, conversión en cloruros y determinación complexométrica de la suma de calcio y magnesio, y por fotometría de llama la de calcio, potasio y sodio.

Acidez de cambio.

Extracción con Cl_2Ba 0,2N, según Peech, Cowan y Baker (1962).

Capacidad de cambio.

Suma de las bases de cambio y la acidez de cambio.

Resultados analíticos y discusión

En las tablas I y II se recogen los resultados analíticos generales de los perfiles estudiados, que merecen algunos comentarios.

Los *Placaquods* desarrollados a partir de micasquistos asociados a cuarcitas (perfiles 58 y 59) presentan el contenido más bajo en materia orgánica, tanto en los epipedones úmbricos, como también, en general, en los horizontes pláquico y spódico subyacente, tanto que este último, siempre fuertemente pseudogleyzado, posee unas características de horizonte B incipiente en el perfil 58, en el que, por otro lado, el horizonte pláquico adquiere el menor desarrollo. Por otra parte, la razón C/N presenta valores considerablemente bajos en los horizontes álbicos de ambos perfiles, así como en los horizontes B transicionales y pseudogleyzados, y un valor no excesivamente alto en los horizontes pláquicos, en los que el valor de dicha razón es tanto más bajo cuanto menor es el desarrollo del horizonte pláquico. En cuanto a su composición granulométrica, no se refleja claramente una eluviación de arcilla ni destrucción de la misma, pese a que los valores de pH son francamente bajos, ya que, en ocasiones (perfil 59), el contenido en arcilla presenta un valor máximo en el horizonte álbico pseudogleyzado. Además, por lo que se refiere a su complejo de cambio tanto la acidez como la capacidad de cambio disminuyen acusadamente en profundidad, mientras que el grado de saturación aumenta con la profundidad y presenta los valores más altos en los horizontes fuertemente pseudogleyzados situados inmediatamente encima y debajo del horizonte pláquico.

TABLA I

Resultados analíticos generales de los Placaquods *del norte de Galicia*

Perfil	Horizonte	Mat. org. %	C org. %	N %	C/N	pH		Análisis mecánico %				
						H_2O	ClK	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla	% Grava
58	A11	7,465	4,330	0,210	20,62	4,28	3,41	5,74	73,79	14,21	4,76	0,8
	A12	3,224	1,870	0,106	17,64	4,10	3,50	26,40	54,04	10,73	8,05	73,3
	A2g	0.472	0,274	0,034	8,06	4.40	3,37	6.82	60,39	27,27	4,53	11,0
	B2irm	1,252	0,726	0,050	14.52	—	—	—	—	—	—	—
	B3irg	0,260	0,151	0,035	4,31	5,08	4,10	7,00	66,69	19,92	4,96	22.5
59	A1	8,651	5,018	0,277	18,12	3,81	3,15	12,89	55,07	27,74	7,33	0,0
	A2g	0,938	0,544	0 059	9,22	3,79	3.30	17.89	45,29	28,38	9,22	6,4
	B2hirm	3,127	1,814	0,095	19.09	—	—	—	—	—	—	—
	B3irg	0,572	0,332	0.045	7,38	4,55	3,86	29,70	40,79	24,56	6 24	8,0
66	A11	9,098	5,277	0,314	16,81	4,40	3,88	35,41	47,10	8,92	8 00	6,0
	A12	6.001	3,481	0,207	16,82	4,42	4,15	35,03	46,57	10.67	6,95	8,5
	A2g	1,310	0,760	0,050	15,20	4,85	4,50	32.90	52,48	6,31	9,13	11,3
	B21hg	7,910	4,588	0,213	21,54	4,87	4,65	37,28	48,20	7,98	5,10	11,6
	B22hirm	5,625	3,263	0,104	31,37	—	—	—	—	—	—	—
	B23ir	2,598	1,507	0.093	16,20	5,35	5,02	32,86	56,14	5,32	4 61	—
	B3ir	0,503	0,292	0,045	6,49	5,20	4,48	38,88	48,88	3,30	10.22	13,2
67	01	39,590	22,964	1,145	20,06	3,95	3,02	—	—	—	—	0,5.
	A11	14,207	8,241	0,305	27.02	4.10	3.17	28,70	41,85	18,75	9,10	6.8
	A12	6,382	3,702	0,235	15,75	4.30	3,75	45,94	29,78	11,80	12,59	46,7
	A2g	3,817	2,214	0,154	14,38	5,25	4,25	45,79	36,62	10,24	7,60	21,3
	B21hirm	5,124	2,972	0,090	33,02	—	—	—	—	—	—	—
	B22hir	3,817	2,214	0,126	17,55	5,16	4,46	44,81	35,67	13,29	5,12	22,9
	B23hir	4,834	2,804	0,188	14,91	5,00	4.52	47,64	34,88	13,20	3 59	46,8
68	A11	15,521	9,003	0 607	14.83	4,28	3,30	28,40	40,02	15,89	13,59	5,0
	A12	9,373	5,437	0,316	17,21	4,47	3,60	49.45	31,06	11,43	7,80	57,8
	A2g	2,450	1,421	0.078	18,22	4,99	4,32	13,97	78,61	4,43	3,30	6,0
	Bhirm	2,396	1,390	0,062	22,42	—	—	—	—	—	—	—
	C1g	1,510	0,876	0,039	22,46	4,95	4,42	25,96	68,63	3,85	1,47	7,1

TABLA II

Complejo de cambio de los Placaquods *del norte de Galicia (meq/100 gr.)*

Perfil	Hor.	H	Ca	Mg	K	Na	S	T	V
58	A11	20,96	0,17	0,20	0,07	0,10	0,61	21,57	2,83
	A12	11,34	0,32	0,16	0,08	0,09	0,65	11,99	5,42
	A2g	4,28	0,14	0,12	0,06	0,09	0,41	4,69	8,74
	B3irg	3,10	0,10	0,12	0,07	0,10	0,39	3,49	11,17
59	A1	20,44	0,12	0,14	0,07	0,09	0,42	20,86	2,01
	A2g	7,48	0,08	0,05	0,06	0,06	0,25	7,73	3,23
	B3irg	6,22	0,05	0,09	0,07	0,10	0 31	6,53	4,75
66	A11	19,04	0,16	0,37	0,10	0,14	0,77	19,81	3,89
	A12	18,84	0,05	0,18	0,10	0,12	0,45	19,29	2,33
	A2g	7,50	0,03	0,08	0,06	0,08	0,25	7,75	3,22
	B21hg	35,74	0,04	0,18	0,19	0,24	0 65	36,39	1,79
	B23ir	19,68	0,04	0,16	0,11	0,17	0,48	20,16	2,38
	B3ir	8,14	0,05	0,13	0,09	0,10	0,37	8,51	4,35
67	01	44,08	1,33	2,18	0,20	0,31	4,02	48,10	8,36
	A11	34,24	0,20	0,53	0,07	0,16	0,96	35,20	2,73
	A12	24,60	0,12	0,04	0,09	0,12	0,37	24,97	1,48
	A2g	23,76	0 04	0,06	0,10	0,12	0,32	24,08	1,33
	B22hir	24,18	0,04	0,15	0,09	0,10	0,38	24,56	1,55
	B23hir	29,98	0,04	0,10	0,09	0,13	0,36	34,34	1,19
68	A11	38,84	0,37	1,06	0,14	0,15	1,72	40,56	4,24
	A12	31,24	0,14	0,34	0,13	0,12	0,73	31,97	2,28
	A2g	17,02	0,05	0,12	0,14	0,31	0,62	17,64	3,51
	C1g	7,50	0,04	0,14	0,17	0,21	0 56	8,06	6,95

Aun cuando es necesario realizar un estudio más completo, cuyos resultados se darán a conocer en ulteriores publicaciones, todo lo anterior indica que en la formación de estos suelos sobre micasquistos ha participado esencialmente el proceso edafogenético de la pseudogleyzación y, tal vez también, pero en muy escasa medida, el de podsolización, por lo que dichos *Placaquods* se relacionan muy bien con los *Bändchenstagnogleys* citados por Jahn (1957, 1960), y quizás pudiera proponerse para ellos la denominación de *Placaquods sidéricos*.

Por el contrario, los *Placaquods* desarrollados a partir de rocas ígneas graníticas (perfiles 66, 67 y 68) poseen características bastante distintas. Por una parte, el contenido en materia orgánica de los horizontes superiores y de los horizontes pláquicos es, en general, considerablemente más alto que en los perfiles anteriores, tanto que, aun cuando suelen presentar un epipedón úmbrico, el perfil 67 posee un epipedón hístico bien desarrollado; además, es frecuente en estos suelos la presencia de horizontes spódicos sobre el horizonte pláquico, debajo del mismo o en ambas posiciones, con acumulación manifiesta

de materia orgánica de elevada razón C/N, a la que acompaña un valor alto de la acidez de cambio. Los valores de dicha razón C/N alcanzan, dentro de cada perfil, un valor máximo en los horizontes pláquicos, al propio tiempo que son relativamente altos en los otros horizontes spódicos y corresponden a un humus moder o turboso en los epipedones úmbrico (perfiles 66 y 68) e hístico (perfil 67) de los respectivos perfiles. Aunque los valores de pH son del mismo orden de magnitud que en los *Placaquods* formados a partir de micasquistos, se pone claramente de manifiesto el proceso de podsolización, particularmente en los perfiles 66 y 67, tanto en la composición granulométrica como en la eluviación de humus, acompañada de valores altos de la razón C/N, elevada acidez de cambio y bajo grado de saturación en los horizontes spódicos.

De acuerdo con las anteriores consideraciones, puede suponerse, en principio, que la génesis de los *Placaquods* sobre rocas graníticas es un tanto compleja, en el sentido de que en la formación de los perfiles 66 y 67 parece haber ocurrido una podsolización previa y una ulterior pseudogleyzación por impermeabilización progresiva del horizonte spódico, en particular del subhorizonte spódico con mayor iluviación de hierro, con formación simultánea del horizonte pláquico y posterior pseudogleyzación intensa de los horizontes superiores, por impermeabilización causada por dicho horizonte. Por el contrario, el proceso de podsolización ha debido ser relativamente débil y quizás simultáneo con el de pseudogleyzación en la formación del perfil 68.

Atendiendo a las características macromorfológicas y analíticas citadas, el perfil 67, análogo a los suelos denominados *Peaty Gleyed Podzols* por Crompton (1956), puede adscribirse al subgrupo de *Placaquods hísticos*, mientras que el perfil 66 debería incluirse en un nuevo subgrupo de *Placaquods húmicos*, por poseer un horizonte spódico húmico entre los horizontes álbico y pláquico, y el perfil 68 podría considerarse perteneciente a otro nuevo subgrupo de *Placaquods énticos*, por descansar el horizonte pláquico en un horizonte C y no poseer otros horizontes spódicos. No obstante, como ya hemos indicado antes, es necesario realizar otros tipos de investigaciones para dilucidar el proceso de formación de estos suelos, por lo que tales proposiciones de nuevos subgrupos tienen tan sólo un carácter provisional.

Resumen

Se estudian en el presente trabajo cinco perfiles de suelos pertenecientes al Gran Grupo de los *Placaquods* de la 7.ª Aproximación Americana a la Clasificación de Suelos, desarrollados a partir de micasquistos asociados a cuarcitas y a partir de rocas graníticas bajo una vegetación de brezal, esencialmente constituido por *Erica ciliaris*, *Erica tetralix*, *Erica umbellata* y *Calluna vulgaris*, en un clima muy húmedo. El horizonte pláquico está bien desarrollado y consiste en un pan de hierro, duro y delgado, con 5 a 10 mm. de espesor. La morfología de los perfiles presenta diferencias acusa-

das: el horizonte húmico superficial es generalmente un epipedón úmbrico, pero en ocasiones reúnen los requisitos del epipedón hístico; el horizonte álbico posee un grado muy variable de diferenciación; además del horizonte spódico y sobre y/o inmediatamente debajo de él, algunos perfiles poseen otros horizontes spódicos. De acuerdo con las características macromorfológicas y analíticas generales de los suelos, se proponen, con carácter provisional, algunos subgrupos de *Placaquods*, suelos que, por primera vez, se describen en el presente trabajo como existentes en España.

Cátedra de Geología Aplicada. Facultad de Farmacia.
Sección de Génesis y Tipología de Suelos del I. I. G. E. A.
de Galicia, C. S. I. C. Santiago de Compostela

Bibliografía

Avery, B. M. 1956. A classification of British Soils. Rapports VI^e Congr. Int. Science du Sol, vol. E, 279-285.

Crompton, E. 1956. The environmental and pedological relationships of peaty gleyed podzols. Rapports VI^e Congr. Int. Science du Sol, vol. E, 155-161.

Duchaufour, Ph. 1961. Données nouvelles sur la classification des sols. Ann. de l'Ecole Nat. Eaux et Forêts et de la Station Recherches et Expériences, XVIII, fasc. 4, 1-67.

— — 1965. Précis de Pédologie. Masson & Cie. Paris.

Jahn, R. 1957. Forstliche Standortskartierung im Buntsandstein-Hochschwarzwald (Hornisgrindegebiet). Mitt. d. Vereins f. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtg., n.º 6, 39-55.

— — 1960. Farbbilder typischer Waldbodenprofile des Nordschwarzwaldes. Mitt. d. Vereins f. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, n.º 9.

Lautensach, H. 1967. Geografía de España y Portugal. Ed. Vicens-Vives. Barcelona. 814 págs.

Mückenhausen, E. 1962. Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. DLG-Verlag. Frankfurt (Main), 148 págs.

Peech, M., Cowan, R. L. y Baker, J. H. 1962. A critical study of the $BaCl_2$-triethanolamine and the ammonium acetate methods for determining the exchangeable hydrogen content of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26, 37-40.

Smith, G. D. 1965. Lectures on soil classification. Pédologie, n.º spéc. 4, 1-134.

Soil Survey Staff, Soil Conserv. Serv. United States Depart. of Agric. 1960. Soil Classification System, 7th Approximation, 265 págs.

— — 1964. Supplement to Soil Classification System, 7th Approximation.

— — 1967. Supplement to Soil Classification System, 7th Approximation, 207 págs.

Recibido para publicación: 11-III-68

ESTUDIO DEL CONTENIDO HORMONAL DE *SALIX ATROCINEREA* BROT.

por

J. PEÑA y E. VIEITEZ

SUMMARY

GROWTH SUBSTANCES CONTENT OF *SALIX ATROCINEREA* CUTTINGS

The content of growth substances in cuttings of *Salix atrocinerea* was measured monthly by extraction with methanol, paper chromatography and *Avena coleoptile* strait-growth test, and the biological activity estimated from the acid, alkaline and neutral fractions.

The activity of the acid fraction changed through the year. From January to June it was very high at Rf about 0.30-0.50. In July it decreased to a minimum and rose again slowly during a second period of activity from July to December. The second peak in October was lower than the first in March.

This active zone may be ascribed to the presence of IAA and pHBA, as both of these growth regulating sustances occur within this Rf range.

Zones of inhibition activity have not been found at any time during the year.

The relationship between the content of growth substances in the cuttings and their rooting capacity is discussed.

INTRODUCCIÓN

La respuesta de enraizamiento de las estaquillas de las especies leñosas plantea interesantes problemas en Fisiología vegetal, tanto por su interés teórico como práctico, por tratarse de un proceso de difícil interpretación. Los factores que intervienen en el proceso rizogénico son múltiples: hereditarios, nutritivos, anatómicos, hormonales, etc. Estos últimos han llamado la atención de los fisiólogos de un modo particular, tratando de adscribir capacidad rizogénica al contenido o ausencia de factores de crecimiento.

Skoog (1944) asocia el proceso rizogénico a la presencia de sustancias hormonales, indicando que la respuesta al enraizamiento es debida a un contenido elevado en auxinas. Pilet y Phister (1951) insinúan que las auxinas son las responsables del primer estímulo rizogénico, con-

sistente en la activación o diferenciación de las células del periciclo y, en definitiva, del comienzo del proceso de la rizogénesis. Richardson (1958) sugiere que el AIA es el responsable de la formación del primordio radical y que una o varias vitaminas del grupo B, del crecimiento posterior de la raíz. En los trabajos realizados por Vieitez y colaboradores (1966 y 1967) se hacen resaltar las dificultades existentes para lograr una exacta identificación y determinación cuantitativa del contenido hormonal en los especies leñosas, como base previa para establecer relaciones con la capacidad de enraizamiento de las mismas.

En publicaciones previas nos hemos ocupado respectivamente del aislamiento e identificación del contenido hormonal de *Salix atrocinerea* (Vieitez y otros, 1967) y del estudio de las fluctuaciones mensuales de la respuesta rizogénica a través del año (Vieitez y Peña, 1968).

El estudio mensual del contenido en sustancias de crecimiento de *Salix atrocinerea* realizado mediante análisis biológico constituye el objeto del presente trabajo. Se ha elegido esta especie por pertenecer al grupo de las de fácil enraizamiento y se pretende ver si existe correlación entre su capacidad de enraizamiento y su contenido en hormonas de crecimiento, estudiando ambos procesos simultáneamente.

Los conocimientos actuales sobre este problema permiten establecer tres posibles teorías para explicar la rizogénesis. Barlow, Hancock y Lancey (1961) y Namio Coyama (1962) sugieren que todas las plantas tienen tendencia a enraizar ,y si no lo hacen se debe a la presencia de ciertas sustancias inhibidoras que bloquean el enraizamiento por algún mecanismo desconocido.

Por el contrario, los trabajos de Hess (1963) apoyan la idea de que la habilidad rizogénica está favorecida por la presencia de ciertos cofactores o sustancias hormonales, que actúan como estimulantes del enraizamiento.

Por otra parte, Beackbane (1961) sugiere que la dificultad de enraizamiento es debida a la existencia de un anillo de células esclerenquimáticas en el parénquima cortical que impiden el paso del primordio radical a su través. Esta hipótesis no aclara el hecho de que especies que tienen este anillo continuo enraizan, y otras que carecen de él no lo hacen (Sachs y otros, 1964).

Material y técnicas

Se realizaron extracciones mensuales de 3 kgs. de estaquillas de *Salix atrocinerea* del crecimiento anual, procedentes de planta adulta, desprovistas de sus hojas, procurando uniformidad a través del año. Realizada la toma de muestra se estabilizó el material por congelación, de — 35 a — 40° C, durante cuarenta y ocho-setenta y dos horas. Se troceó el material congelado y se efectuó la extracción con metanol a

0-2° C, en la oscuridad o luz verde por espacio de veinticuatro horas, repitiendo la extracción dos veces más en las mismas condiciones. La cantidad de disolvente empleado ha sido a razón de diez litros de metanol por kilogramo de muestra.

Se destiló el disolvente en rotavapor a vacío y 35° C. Se filtró el residuo y se lavó con agua destilada repetidas veces hasta completar un litro aproximadamente. El fraccionamiento se llevó a cabo, extrayendo tres veces con éter desperoxidado, según técnica descrita por Dannenburg y Liverman (1957). Por cambios sucesivos de pH se obtienen cuatro fracciones: fracción ácida (F/A), fracción neutra (F/N), fracción alcalina (F/Al) y un residuo acuoso (R/A). Todas ellas se dejaron a secar durante cinco-seis horas; con carbonato sódico anhidro las ácidas y con carbonato potásico las alcalinas y neutras. Para la identificación química del contenido hormonal se realizó una extracción más (con NaOH 0,5 N) para separar ésteres fenólicos de bajo peso molecular. Además, el residuo acuoso se hidrolizó con $Ba(OH)_2$ 0,5 N durante noventa minutos y una atmósfera de presión. Seguidamente se fraccionó de forma descrita anteriormente, resultando tres fracciones más: fracción ácida-hidrolizada (F/A — *h*) „fracción alcalina-hidrolizada (F/Al — *h*) y fracción neutra-hidrolizada (F/N — *h*), además de un residuo acuoso que se desecha.

Previo concentrado a un volumen de 2-3 ml. de las soluciones etéreas, se procedió a su cromatografiado en papel Whatman 3 MM en banda, según técnica propuesta por Stowe y Thimann (1954). El desarrollo del cromatograma se llevó a cabo con la mezcla isopropanol : amoníaco : agua (10 : 1 : 1 v/v) en cubetas Shandon a 16° C, durante catorce-dieciséis horas. Secados en estufa Shandon a 30° C durante quince minutos aproximadamente, se conservaron en desecador a vacío y oscuridad hasta su valoración biológica, que se efectuó seguidamente para evitar alteraciones. Del cromatograma se eligió una tira longitudinal, de ancho equivalente a 100 gr. de problema; se cortó en trozos según el Rf y se sometieron a bioensayo.

Ensayo biológico

Para el ensayo biológico se emplearon coleoptilos de *Avena sativa*, var. *Victoria*. Las semillas desglumadas se imbiben dos-tres horas en agua, a continuación se disponen en bateas sobre papel de filtro humedecido con agua destilada, en cámara oscura a 25° C y 80-90 por 100 de humedad. En el momento que el coleoptilo emerge, se ilumina con luz roja durante seis horas con el fin de inhibir el crecimiento del primer espacio internodal (Wiegand y Schrank, 1959). A los tres días se seleccionan coleoptilos de 15-30 mm. y de cada uno de ellos se toma la sección comprendida entre 4 y 8 mm. a partir del ápice, por ser la

más sensible a la elongación (Nitsch, 1956). Una vez cortados los coleoptilos, las secciones se dejan en agua destilada durante cuatro horas, para eliminar la auxina residual (Nitsch y Nitsch, 1956). Este biotest se llevó a cabo en cajas Petri de pequeño tamaño (2 cm. de diámetro por 1 cm. de altura). En cada una se colocó un trozo de cromatograma, 1 ml. de agua destilada y diez secciones de coleoptilos. Se mantuvieron en la cámara oscura, a 25° C y 85 por 100 de humedad, veinticuatro horas.

El control se efectuó disponiendo en las mismas condiciones un trozo similar de cromatograma, elegido de la parte del papel anterior a la de fijación de la sustancia problema.

El crecimiento de los coleoptilos ha sido calculado según la fórmula

$$\% = \frac{Lt - Lc}{Lc} \cdot 100$$

en donde Lc y Lt son las longitudes control y final de las secciones de coleoptilos respectivamente. Con estos datos se construye un histograma en el que en las abscisas figura el Rf y en ordenadas el porcentaje de elongación.

Identificación

El histograma resultante permite conocer las zonas de actividad del cromatograma. Las de interés se eluyen con metanol durante veinticuatro horas, y se repite la elución dos veces a intervalos de una hora. En una parte alícuota del eluido se realiza el análisis espectrofotométrico. Los compuestos indólicos poseen un primer máximo de absorción a 220 mμ, y un segundo, menos intenso, a 270-280 mμ, separados ambos por un mínimo a 240-250 mμ (Guillant, 1960). También los compuestos fenólicos dan una curva típica con un máximo de absorción, debido al anillo bencénico, que varía mucho con el compuesto y que tiene la particularidad de que en medio alcalino (se ha usado KOH 0,5 N) se desplaza en el sentido de la mayor longitud de onda.

Para la identificación química de las sustancias indólicas se hizo uso del reactivo Ehrlich (Linskens, 1959), consistente en una solución de p-dimetilaminobenzaldehido al 2 por 100 en ClH 1,2 N; reactivo al que también son sensibles los fenoles (Steenlick, 1959).

Para la identificación de sustancias fenólicas se emplearon reacciones propuestas por Linskens (1959). El reactivo del indofenol (solución de 2-6 dicloroquinonaclorimida al 0,1 por 100 en etanol), es de gran aplicación por su elevada sensibilidad, que puede aumentarse si una vez seco el cromatograma se espolvorea con agua saturada de bórax. Otro reactivo de gran sensibilidad y aplicación es el de Paulys, consistente en la solución reciente de ácido sulfanílico diazotado al 0,5

por 100 en etanol. Su sensibilidad puede aumentarse sometiendo el cromatograma a la acción de vapores de amoníaco

Reacciones microquímicas

Reacciones de reducción con $LiAlH_4$, acetilación con $(CH_3\text{-}CO)_2O$ y esterificación con CH_2N_2 han sido puestas a punto por Seoane y otros (1965). Son de gran aplicación en la identificación de estas sustancias que se hallan en las plantas a muy baja concentración.

Resultados y discusión

Los resultados del estudio mensual de la actividad biológica de las distintas fracciones extraídas de las estaquillas de *Salix atrocinerea* se exponen gráficamente mediante histogramas en las figuras 1 y 2.

a) *Actividad biológica.*

Al considerar los resultados de la actividad biológica, se pone especial atención en la fracción ácida, por ser la de más importancia. En ésta han sido identificados ácido indol 3-acético y p-hidroxibenzoico, ambos reguladores del crecimiento. Se ha observado una zona de elongación en Rf comprendido generalmente entre los valores 0,30 y 0,50, cuya actividad es alta, y una segunda, no tan elevada. en Rf 0,80-0.90, frecuentemente.

Considerando cada histograma mensual a lo largo de las valoraciones efectuadas durante todo el año, podemos observar que en el mes de enero (fig. 1) existen dos zonas de actividad: la primera en Rf 0,00-0,60 con un máximo, de 34 por 100 de elongación, en Rf = 0,40, y una segunda zona, menos intensa, en Rf 0,70-1.

En el mes de febrero, la zona de crecimiento es más amplia, comprendiendo el Rf 0.05-0,85 con un máximo de actividad de 25 por 100 en Rf 0,50-0,60.

El porcentaje más elevado de elongación se presentó en marzo, 34 por 100, en Rf = 0,25-0,40, en el que, por otra parte, está comprendido el Rf del ácido indol-acético para el sistema desarrollante empleado.

Es importante señalar que este mes es el de mayor respuesta al biotest a lo largo del año. Este hecho coincide también con que es el mes en que la respuesta rizogénica ha sido más positiva; enraizaron el 100 por 100 de las estaquillas, así como el peso de las raíces fue el máximo a lo largo del año (Vieitez y Peña, 1968).

En abril se observan también dos zonas de actividad. La primera en Rf 0,00-0,35 con un máximo de 22 por 100 de elongación en Rf 0,30.

La segunda zona activa en Rf 0,69-0,95 con un máximo del 10 por 100 en Rf 0,70.

En el mes de mayo se repiten las dos zonas de elongación: en Rf 0,00-0,60, con un máximo del 32 por 100 en Rf 0,40, y otra segunda zona en Rf 0,80-1, con un máximo del 20 por 100, en Rf 0,85.

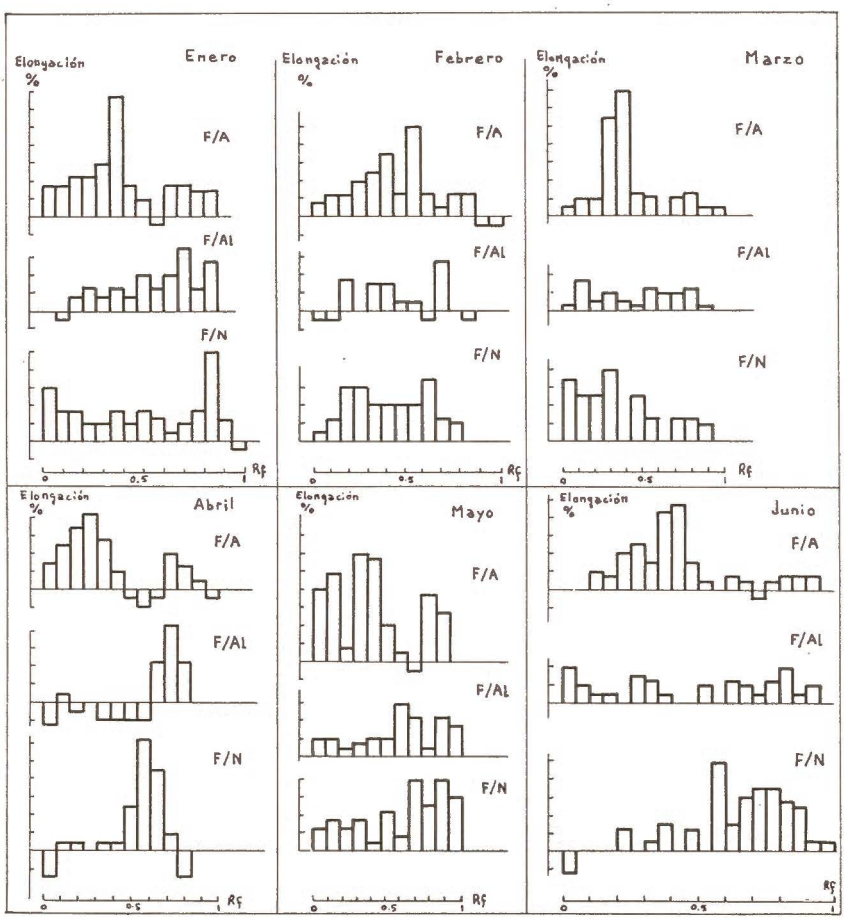


Fig. 1.—Histogramas resultantes de extracciones de estaquillas de *Salix atrocinerea* Brot., correspondientes a los seis primeros meses del año (F/A, fracción ácida; F/N, fracción neutra, y F/Al, fracción alcalina) (cada división de las ordenadas representa un 5 por 100 de elongación).

Resumiendo los resultados obtenidos en estos seis primeros meses del año, puede afirmarse que siempre existe una zona de gran actividad en Rf bajo, no superior a 0,50, y frecuentemente, una segunda zona en Rf más elevado.

En el mes de julio (fig. 2), la respuesta positiva al biotest comienza a ser más baja. En una zona comprendida en Rf 0,05-0,50 hay un máximo, de 14 por 100, en Rf = 0,20; una segunda zona de crecimiento con un 11 por 100 de elongación máxima en Rf 0,80-0,95.

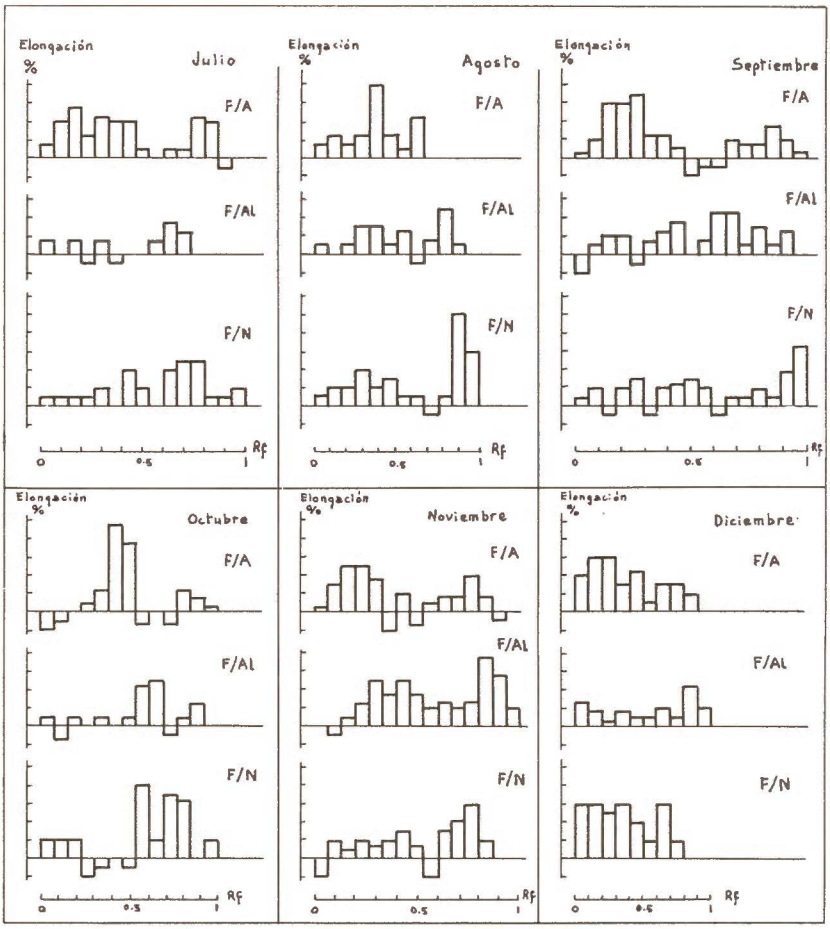


Fig. 2.—Histogramas resultantes de extracciones de estaquillas de *Salix atrocinerea* Brot., correspondientes a los seis últimos meses del año (F/A, F/N y F/Al) (cada división de las ordenadas representa un 5 por 100 de elongación).

En agosto esta zona de crecimiento está localizada en Rf 0,45-0,55 con un 21 por 100 de respuesta, y una segunda zona en Rf 0,80-0,90 del 12 por 100.

En septiembre las zonas de actividad biológica se observan en Rf = 0,05-0,35 con una respuesta máxima, del 18 por 100, en Rf 0,30.

En octubre la zona de crecimiento está comprendida en Rf 0,30-0,55

con un máximo de 25 por 100 en Rf 0,40. En Rf 0,75-0,90 existe otra zona de elongación apenas significativa, por lo que carece de mayor interés.

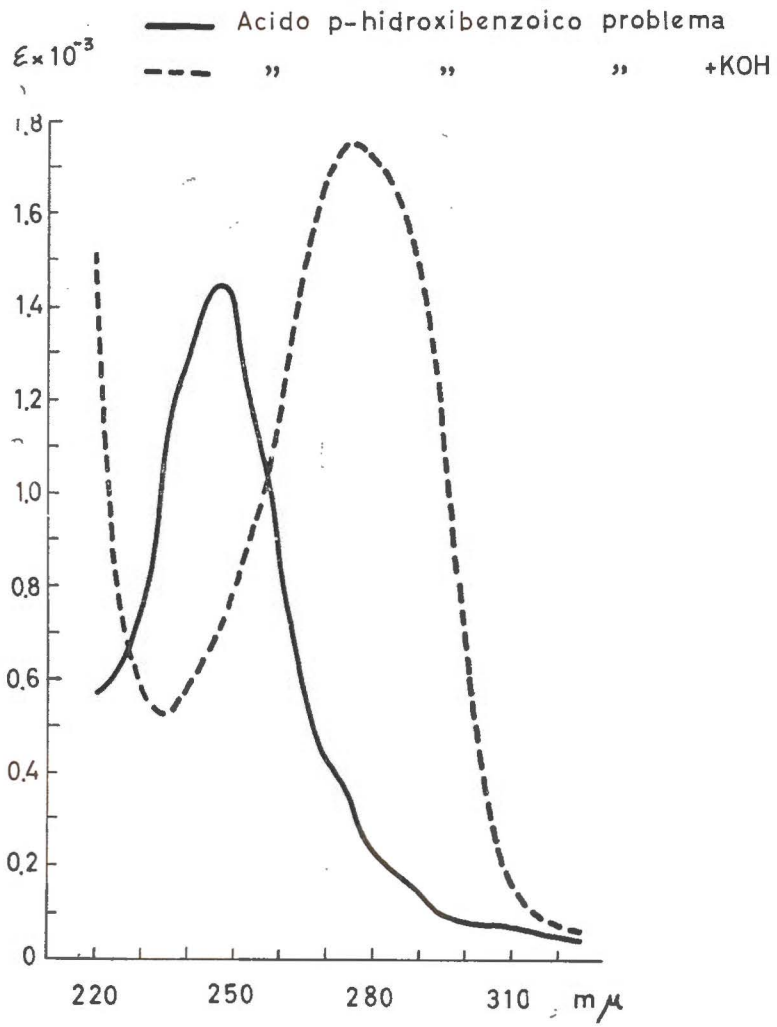


Fig. 3.—Curva de absorción U. V del ácido p hidroxibenzoico, aislado de *Salix atrocinerea*, F/A (Rf = 0,05-0.19).

La respuesta ha sido muy débil en el mes de noviembre, no pasando del 13 por 100 en Rf 0,20 y en una zona comprendida en Rf 0,10-0,30.

En el mes de diciembre todo el cromatograma resultó positivo, con un máximo de actividad, del 15 por 100, en Rf 0,20, en una zona que abarca Rf 0,00-0,55.

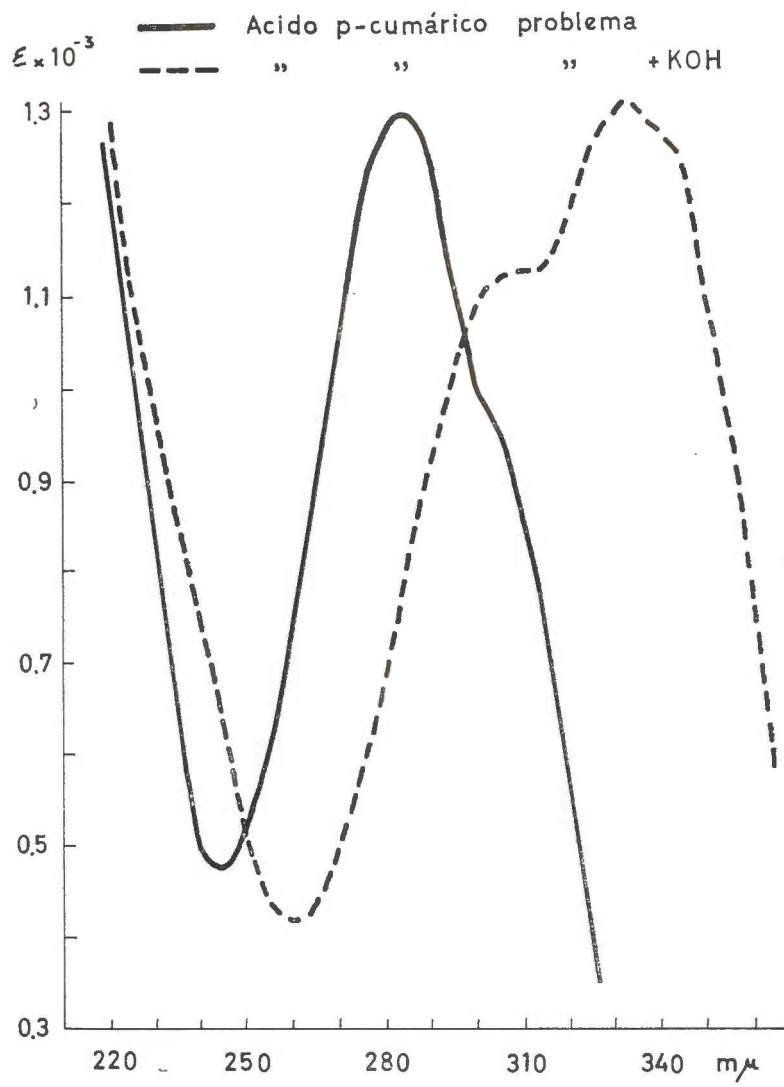


Fig. 4.—Curva de absorción U. V. del ácido p-cumárico aislado de *Salix* atrocinerea por saponificación de la F/F (fracción fenólica) (Rf = 0,30-0,40).

Si resumimos y comparamos los resultados obtenidos a lo largo del año expresados en las figura 1 y 2, y teniendo en cuenta la fracción ácida en que ha sido identificado ácido indol 3-acético y ácido p-hidroxibenzoico, podemos concluir que siempre encontramos dos zonas de respuesta positiva al biotest: una primera en Rf comprendida generalmen-

te entre los valores 0,30-0,50, y una segunda zona menos importante en valores de Rf más elevados, próximos al valor 1. Además podemos observar cómo en los seis primeros meses del año la respuesta es más intensa, mientras que en los seis meses finales los histogramas dieron un porcentaje de elongación más bajo (figs. 1 y 2, F/A).

En las fracciones neutra y alcalina también se encontraron zonas de crecimiento, que eluidas, cromatografiadas y valoradas biológicamente

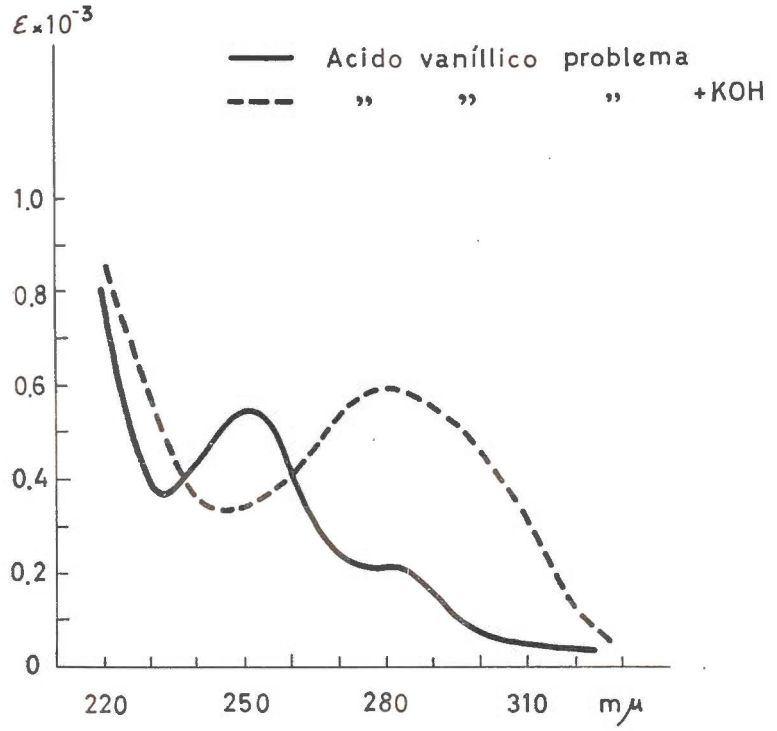


Fig. 5.—Curva de absorción U. V. del ácido vanílico aislado de la F/A — *h* (fracción ácida hidrolizada) (Rf = 0,00-0,25).

repetidas veces, dieron respuestas positivas con los reactivos de Ehrlich y 2,6 dicloroquinonaclorimida, lo que indujo a pensar en la presencia de sustancias fenólicas e indólicas. Por su Rf podría tratarse de triptamina y ésteres fenólicos de bajo peso molecular en la fracción alcalina, y de indol-aceto-nitrilo en la fracción neutra. Sin embargo, su identificación espectrofotométrica y química no ha sido posible. La baja concentración en que se encuentran estas sustancias, su labilidad, así como las impurezas que acompañan a estos productos naturales, dificultan extraordinariamente estas determinaciones.

En ningún cromatograma se han encontrado zonas de inhibición

significativas, hecho que por tratarse de una especie de gran capacidad rizogénica es de importancia para la posible explicación del mecanismo rizogénico en las estaquillas.

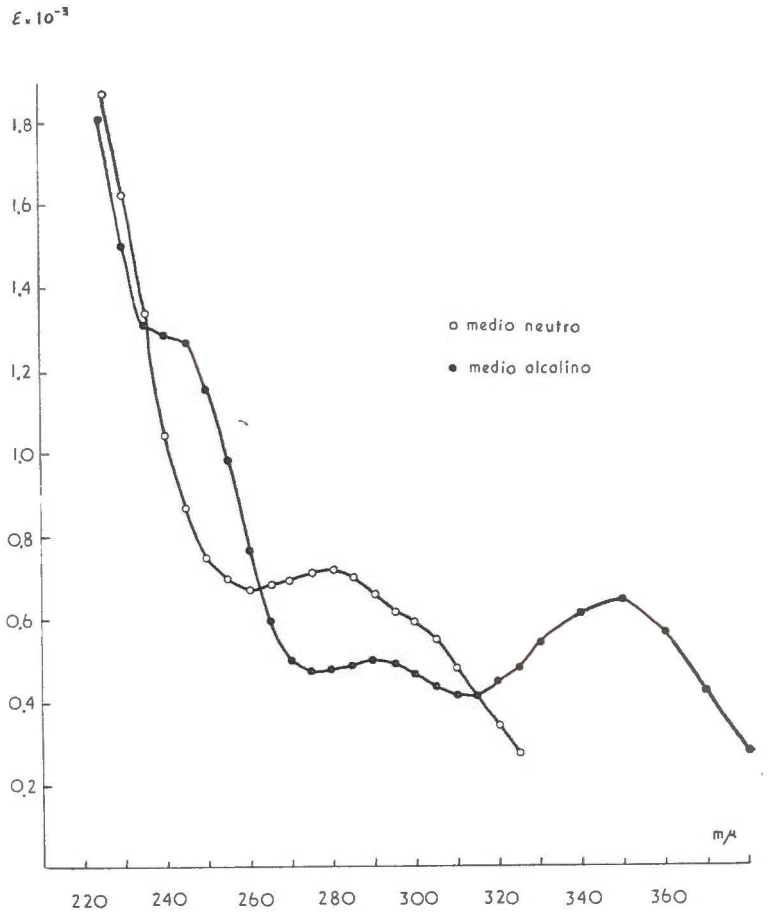


Fig. 6.—Curva de absorción U. V. de un ácido no identificado aislado de la F/A — *h* (Rf = 0,25-0,50).

b) *Identificación espectrofotométrica.*

Los eluidos de las zonas de mayor interés biológico han sido analizados espectrofotométricamente. La obtención de curvas exactas resulta muy laborioso; solamente después de repetidos cromatografiados y biotests es posible purificar suficientemente el problema para dar una curva típica. En el caso del ácido indol-3-acético, identificado química-

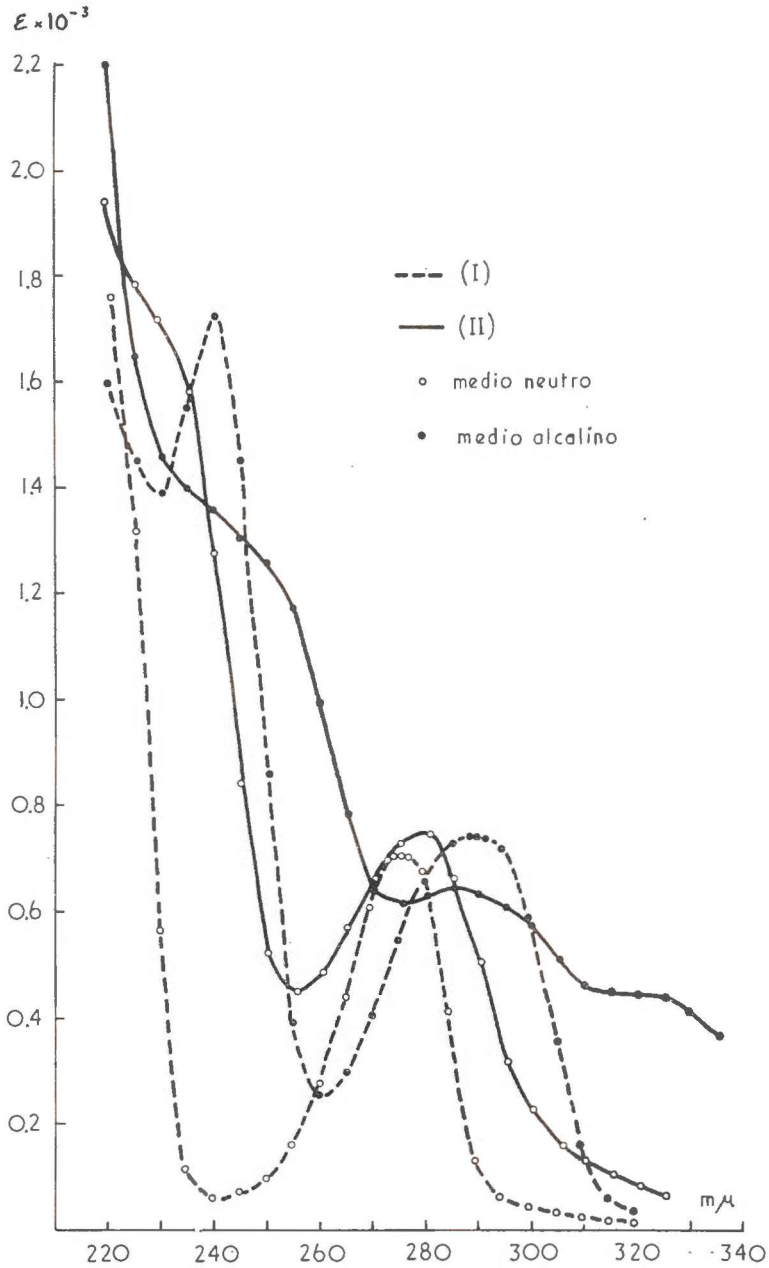


Fig. 7.—Curva de absorción ultravioleta, en medio neutro y alcalino, de una sustancia aislada en la F/A (Rf = 0,50-0,90). I, saligenina; II, compuesto aislado.

mente (Vieitez y otros, 1967, l. c.), no ha sido posible obtener su curva de absorción ultravioleta demostrativa de su presencia. En los compuestos fenólicos se han logrado curvas típicas, habiéndose realizado mediciones en medio neutro y alcalino (KOH 0,5 N). En la F/A, Rf 0,30-0,50, ha sido identificado ácido p-hidroxibenzoico (fig. 3); ácido p-cumárico (fig. 4); ácido vanillico (fig. 5); una sustancia de carácter ácido (fig. 6), cuya naturaleza no ha podido ser totalmente identificada, y un glucósido cuya curva de absorción es semejante a la de la saligenina (fig. 7).

Conclusiones

El estudio del contenido hormonal de las estaquillas de *Salix atrocinera* muestra dos períodos de actividad biológica, bien diferenciadas a lo largo del año. Durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, la respuesta de los extractos de la fracción ácida al biotest resultó muy elevada. Una caída fuerte tiene lugar en julio. Durante los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre la actividad biológica es menos intensa que en el primer período.

Estos resultados guardan relación con la respuesta al enraizamiento, como se observó en experiencias llevadas a cabo paralelamente con el mismo tipo de estaquillas de esta misma especie (Vieitez y Peña, 1968, l. c.), lo que parece confirmar que en *Salix atrocinera* existe correlación entre contenido hormonal y respuesta rizogénica.

En los histogramas resultantes de las determinaciones mensuales no se han encontrado zonas significativas de inhibición, lo que indica ausencia de verdaderos inhibidores de crecimiento.

En el estudio químico del contenido hormonal se han aislado e identificado las siguientes sustancias: ácido p-hidroxibenzoico, ácido 3-indolacético, ácido vanillico, ácido p-cumárico, un éster del ácido p-hidroxibenzoico, un éster del ácido p-cumárico y una sustancia ácida no identificada.

El ácido p-hidroxibenzoico y el ácido 3-indol-acético se han aislado de la misma zona de actividad del cromatograma de esta especie. Por tratarse de sustancias estimulantes del crecimiento, pudiera estar relacionado con la respuesta rizogénica de la misma.

Departamento de Biología. Facultad de Ciencias
Universidad. Santiago de Compostela (España)

Bibliografía

Barlow, H. V. B., Hancock, C. R. and Lacey, H. J. 1961. Some Biological Characteristics of Inhibitor Extracted from Woody Shoots. Plant Growth Regulation, 127-147. Iowa State.

Beakbane, A. B. 1961. Structure of the Plant stem in relation to adventitious rooting. Nature, 192, N.º 4806, 954-955.

COYAMA, N. 1962. Studies on Promotion of rooting ability of cuttings from trees species difficult to root Forest Exp. Sta. Bull., N.º 145. Tokyo.

DANNENBURG, W. N. and LIVERMAN, J. L. 1957. Conversion of tryptophan-2-C^{14} to indolacetic acid by watermelon tissue slices. Plant Phys., 32 ,4, 263-269.

GUILLAN, A. E. and STERN, E. S. 1960. An Introduction to Electronic Absorption Spectroscopy. London, 131-150.

HESS, C. E. 1963. Naturally Occurring Substances which stimulate root initiation. 5th Int. Cong. on Nat. Plant Growth Substances. Gif-sur-Yvette.

LINKENS, H. F. 1959. Papierchromatographie in der Botanik. I Wachstumsregulatoren und verwndte Stoffe von S. P. Sen, 248-281, Berlin.

NITSCH, J. P. 1956. (En Wain and Wightman, The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances). Butterworths Scientific Publications, 88 Kimgsway. London W. C. 2.

— — and NITSC, C. 1956. Studies on the growth of coleoptile and first internode sections. A new, sensitive, straightgrowth test for auxins. Plant Phys., 31, 94, 111.

PILET, P. E. et PHISTER. 1951. Distribution auxinique dans les rhizomes et les racines d'*Iris pseudacorus* L. Bull. Soc. Bot. Suisse, 61, 471.

RICHARDSON, S. D. 1958. The effect of IAA on root development of *Acer saccharinum* L. Physiol. Plant., 11, 698-709.

SACHS, R. M., LORETI, F and DE BIE, J. 1964. Plant Rooting Studies Indicate Sclerenchyma Tittue is not a Restrincting Factor. California Agriculture, V. 18, 9, 4-5.

SEOANE, E., CARNICER, A and VIEITEZ, E. 1965. Demostration ot functional groups by microchemical reactions on indolic compounds. Microchemical Journal, V. IX, 4, D.

SKOOG, F. 1944. Growth and organ formation in tobacco tissue cultures. Amer. Jour. Bot., 31, 19-24.

STEENLINK, C. 1959. Colour reactions of certain Phenols with Ehrlich's reagent. Nature, 184, 720.

STOWE, B. B. and THIMANN, K. 1954. The paper chromatography of indole compounds and some indole-containing auxins of Plant Tissues. Archives of Biochemistry and Biophysics, Vol. 51, N.º 2, 499

VIEITEZ, E., SEOANE, E., GESTO, M.ª D. V., MÉNDEZ, J., MATO, M.ª C., VÁZQUEZ, A. and CARNICER, A. 1956. p-Hydroxybenzoic acid, a growth regulator, isolated from woody cuttings of *Ribes rubrum*. Physiol. Plant., 19, 294-307.

— — — — — — MATO, M. C., VÁZQUEZ, A., CARNICER, A. and PEÑA, J. 1967. Substances Isolated from Woody Cuttings of *Salix atrocinerea* and Their Growth Properties. Physiol. Plant., 20, 232-244.

— — and PEÑA, J. 1968. Seasonal Rhythm of Rooting of *Salix atrocinerea* cuttings. Physiol. Plant., 21, 544-554.

WIEGAND, O. F. and SCHRANK, A. R. 1959. Regimen for growing uniform *Avena coleoptiles*. The Botanical Gazette, 121, 2.

Recibido para publicación: 1-IV-68

APLICACION DE LA CROMATOGRAFIA EN LA CARACTERIZACION DE DOS ACIDOS HUMICOS UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE MAIZ

por

V. HERNANDO, E. DORADO, M.ª P. SANCHEZ CONDE
y B. CARLOS ORTEGA

SUMMARY

APLICATION OF CHROMATOGRAPHY TO THE CHARACTERIZATION OF TWO HUMIC ACIDS APPLIED TO THE CULTIVATION OF MAIZE

The present paper deals with the work carried out in the analytical study of two humic acids, one obtained from a dung (E) and the other for peat (T), whose effects on the development and elements assimilations of the maize plants have already been given in former papers.

The analytical study of these two acids has been carried out by applying electrophoresis and chromatography in fine layer and paper. With these techniques the polimerization degree and complexity have been determined in humic acids, as well as their components, especially in relation to aminoacids and phenols.

We also try to explain the behaviour of these two humic acids in the cultivation of maize plants, in relation to their chemical composition.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los estudios realizados sobre la acción de los ácidos húmicos en el desarrollo de las plantas, a pesar de lo cual no se ha llegado a obtener una clara visión del mecanismo de la acción de dichos ácidos en el metabolismo vegetal.

Con objeto de contribuir al estudio de estas acciones del ácido húmico, se han realizado una serie de experiencias con plantas de maíz, en las cuales se aplicaron diversas dosis de dos ácidos húmicos, con el fin de comprobar si la distinta composición de los mismos tiene influencia en el desarrollo vegetativo.

Los ácidos húmicos empleados en la experiencia proceden respectivamente de un estiércol (ácido húmico E) y de una turba (ácido húmico T).

Las experiencias se han verificado con plantas de maíz en culti-

vos hidropónicos sobre cuarzo triturado, aplicando dosis de 0-6-12-24-48 y 96 mg. de ácido húmico por kilogramo de cuarzo.

El comportamiento de ambos ácidos fue distinto (6), ya que mientras con el ácido húmico E se producen incrementos de parte aérea seca del 100 y del 50 por 100 para los niveles de aplicación de 6 y 96 mg., respectivamente, el ácido húmico T no produce aumento de la parte aérea desecada.

El análisis químico de dichos ácidos ha dado los siguientes resultados:

	N. %	Grupos carbóxilos en m.e. en 100 gr de acido	Grupos fenólicos en m e. en 100 gr de ácido
Acido húmico E	3.4	99	105
Acido húmico T	1.2	61	193

Las diferencias analíticas encontradas para ambos ácidos no justifican completamente su diferente comportamiento, por lo cual se ha considerado de suma importancia realizar su análisis cromatográfico comparativo.

Parte experimental

A) *Electroforesis y cromatografía de partición en papel*

a) *Electroforesis.*

Se aplicaron en esta técnica los criterios de Jacquin (2) y Kononova (5), empleando cubeta «Desaga» y solución tampón de KLRK de pH = 7,4; el voltaje fue de 140 v. aplicados a dos tiras de 32 × 4,5 cm. (aproximadamente 15 v/cm.).

Los ácidos húmicos se disolvieron en OHNa N/10 a una concentración de 60 mg/ml., colocando a 6 cm. del cátodo 10 µl. de esta solución. El tiempo de desarrollo variaba de dos a seis horas.

En los electroforegramas correspondientes al ácido húmico T se separaban dos fracciones, con movilidad hacia el ánodo: una, de migración lenta, y otra, más rápida; fracciones que, como se sabe, corresponden a los ácidos húmicos grises y pardos, respectivamente. Predominan, sin embargo, los ácidos húmicos pardos.

Observado este mismo electroforegrama a la luz U. V. se aprecia, junto a la zona de mayor movilidad (ácidos pardos) y en la dirección de migración, una aureola envolvente fluorescente de color amarillo.

Los electroforegramas correspondientes a los ácidos húmicos E no

tienen más que una zona de gran movilidad (ácidos pardos) visible a la luz natural, y careciendo además esta zona de la aureola envolvente amarillenta a la luz U. V. característica de los electroforegramas de los ácidos húmicos procedentes de turba (foto núm. 1).

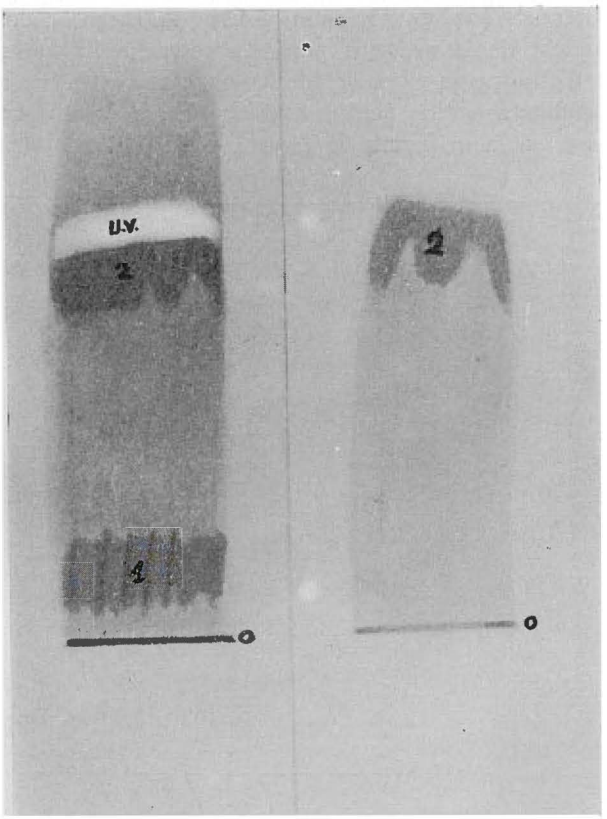


Foto núm. 1.—Esquema de un electroforegrama correspondiente a los dos ácidos húmicos: T (parte izquierda de la foto) y E (parte derecha). En el ácido húmico T se separan la zona (1) de migración lenta, la zona (2) de migración rápida, y sobre ésta una aureola fluorescente a luz U. V. En el ácido húmico E sólo se separa una zona de migración rápida (2).

b) *Cromatografía circular.*

Se utilizó papel Whatman número 3 de 20 cm. de diámetro, y como solvente la mezcla butanol-acético-agua (40-12-28 v/v) (4). Tiempo de desarrollo, siete horas. En el origen se depositan 10 µl. de solución

de ácidos en OHNa N/10 a la concentración empleada en electroforesis.

Una vez secados al aire los cromatogramas correspondientes a los ácidos húmicos T y observados a la luz U. V. (366 mμ) se distinguían tres zonas desde el origen hasta el frente: *a*, en contacto con el origen de color amarillo; envolviendo a ésta la zona *b*, de menor anchura y separada de la anterior por una estrecha línea sin color. En el frente se distingue la zona *c*, de color claro. En los cromatogramas correspondientes a los ácidos húmicos E, sólo se aprecia la zona *a* y una ráfaga hacia el frente de límites mal definidos (foto núm. 2).

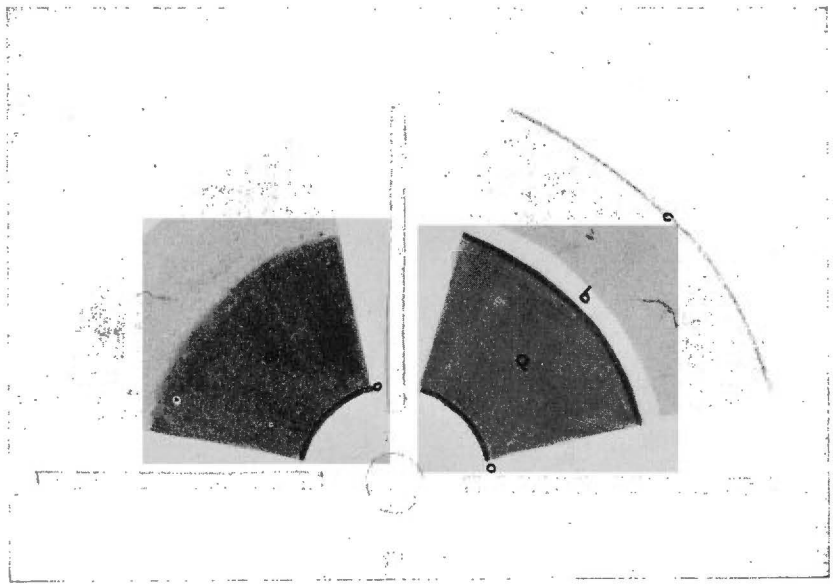


Foto núm. 2.—Cromatografía circular (esquema) visto con luz U. V.; ácido húmico T a la derecha, y ácido húmico E a la izquierda. a) zona de color amarillo; b) zona más estrecha de intensa fluorescencia; c) zona unida al frente.

B) *Compuestos nitrogenados y fenólicos. Cromatografía de partición en papel*

a) *Hidrólisis.*

A partir de ambos ácidos húmicos (1 gr. aproximadamente), se efectuó una hidrólisis ácida (ClH 6 N a 105° C durante veinte horas). El hidrolizado se extrajo repetidas veces con éter sulfúrico, y los líquidos etéreos se evaporaron en rotavapor; el residuo de esta evaporación se recogió con 2 ml. de alcohol etílico y se utilizó para la cromatografía de fenoles.

Este mismo hidrolizado, después de extraer con éter, se evaporó con rotavapor a sequedad y el residuo se disolvió en agua destilada (2 ml.), conservándose en congelador a 4° C para la cromatografía de aminoácidos, previa purificación.

b) *Cromatografía de aminoácidos.*

Antes de utilizar los extractos acuosos de los hidrolizados para el desarrollo cromatográfico en papel, se eliminaron previamente los cationes minerales y azúcares (1). Para ello se pasó dicho líquido por una columna de resina catiónica (amberlita I. R — 120; reticulación, 8; granulometría, 25-50 mallas). La resina se preparó en forma de H^+ por paso en la columna de ClH 2N, y la elución se efectuó por $OHNH_4$ N. El eluato amoniacal se evaporó en rotavapor y después se recogió en 2 ml. de agua destilada.

Foto núm. 3.—Cromatograma de los hidrolizados de ambos ácidos húmicos (extractos acuosos purificados por Amberlita IR-120). En el ácido húmico E se separan ocho aminoácidos.

Se ha empleado papel Whatman número 1 en cromatografía descendente y como solvente la mezcla fenol-agua.

En los hidrolizados correspondientes a los ácidos húmicos E se han separado netamente ocho aminoácidos.

En los cromatogramas de los hidrolizados del ácido húmico T sólo se aprecia una ligera traza de un aminoácido de Rf muy bajo (foto número 3).

c) *Cromatografía de los compuestos fenólicos.*

Se utilizó también la cromatografía de partición en papel y cromatografía en capa fina. En la cromatografía de partición en papel (Whatman núm. 1) se utilizaron los siguientes solventes:

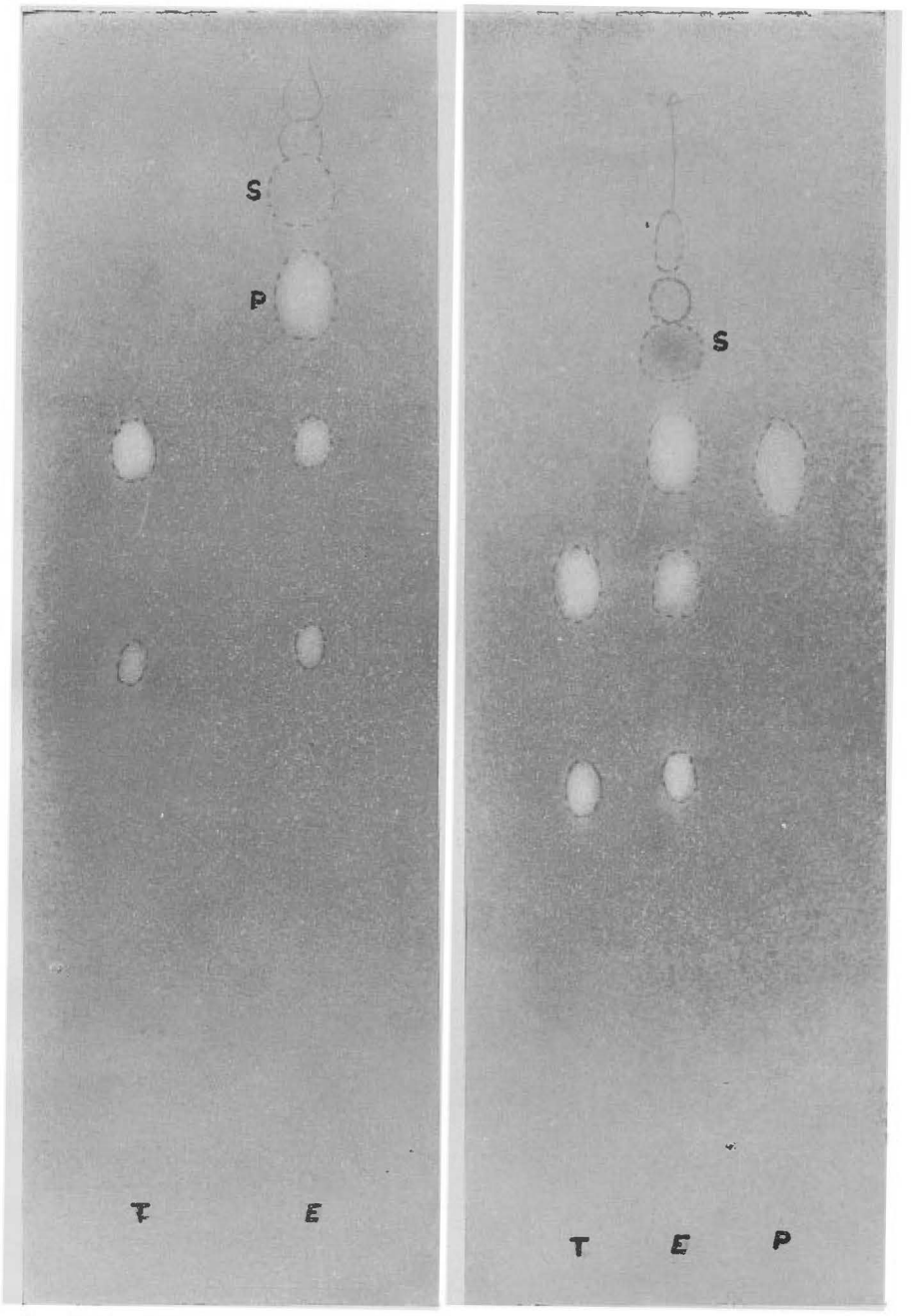
1. Benceno-acético-agua (125 : 72 : 3) (8)
2. Mezcla «forestal» acético : agua : ClH (300 : 100 : 30) (7).
3. Acético 2 por 100 (3).

Nos dio muy buenos resultados la primera mezcla en orden a determinar el número de hidroxilos libres de los fenoles, y la segunda y la tercera, para la identificación de los mismos.

En la capa fina se empleó polvo de celulosa MN 300 en placas de 20 × 20 y como solvente acético al 2 por 100.

Al comparar los cromatogramas de los extractos etéreos procedentes de ambos ácidos húmicos (fotos núms. 4, 5, 6 y 7), se aprecia que en el extracto correspondiente al ácido húmico T sólo se separan dos fenoles, mientras que el correspondiente al ácido húmico E, además de estos dos fenoles, que son comunes en ambos, se separan otros varios, de los cuales hemos identificado tres.

Si comparamos los resultados obtenidos en los análisis químicos y cromatográficos, podemos deducir que el ácido húmico E, cuyo tiempo de humificación ha sido muy corto, posee gran diversidad de compuestos fenólicos, aunque su contenido total en grupos fenólicos es muy inferior al correspondiente al ácido húmico T, cuyo tiempo de humificación ha sido mayor.



Fotos núms. 4 y 5.—Cromatograma de los compuestos fenólicos de los extractos etéreos. En el ácido húmico E, además de los fenoles comunes en ambos ácidos húmicos, se distinguen otras cuatro manchas. En la foto núm. 5 el ácido protocatéquico como testigo. (Solvente: benceno-acético-agua).

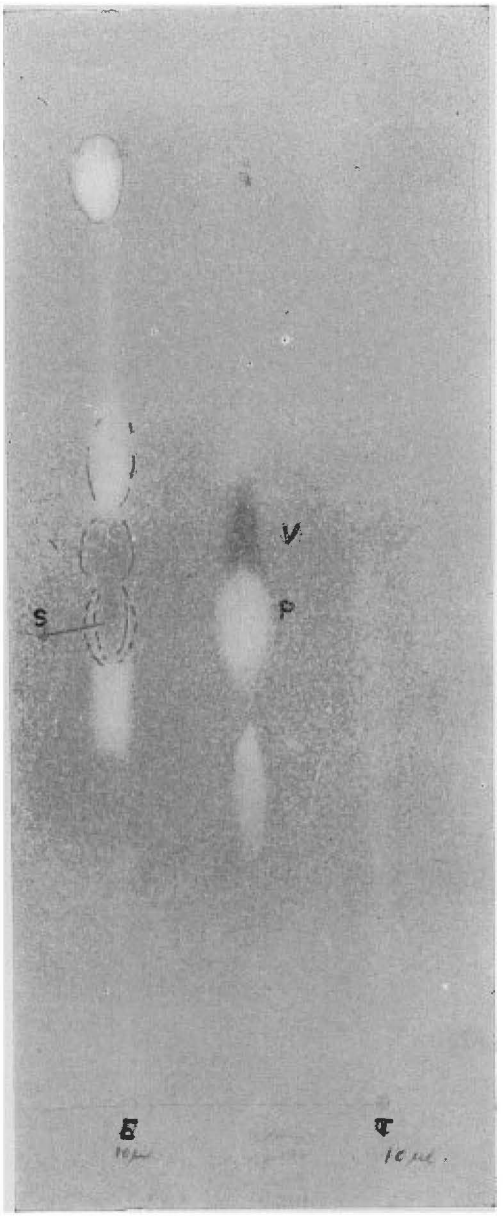


Foto núm. 6.—Cromatograma de los ácidos húmicos junto con diversos testigos (protocatéquico, P; vainillico, V). Solvente: ácido acético al 2 por 100.

Discusión

En el trabajo citado anteriormente (6) se desarrolla una hipótesis que justifica el diferente comportamiento de ambos ácidos, hipótesis que queda reforzada con el análisis cromatográfico.

En síntesis, dicha hipótesis se puede enunciar de la forma siguiente: en la composición de la molécula del ácido húmico intervienen grupos fenólicos y compuestos nitrogenados. Los primeros actúan principalmente sobre los procesos de respiración de los vegetales, y

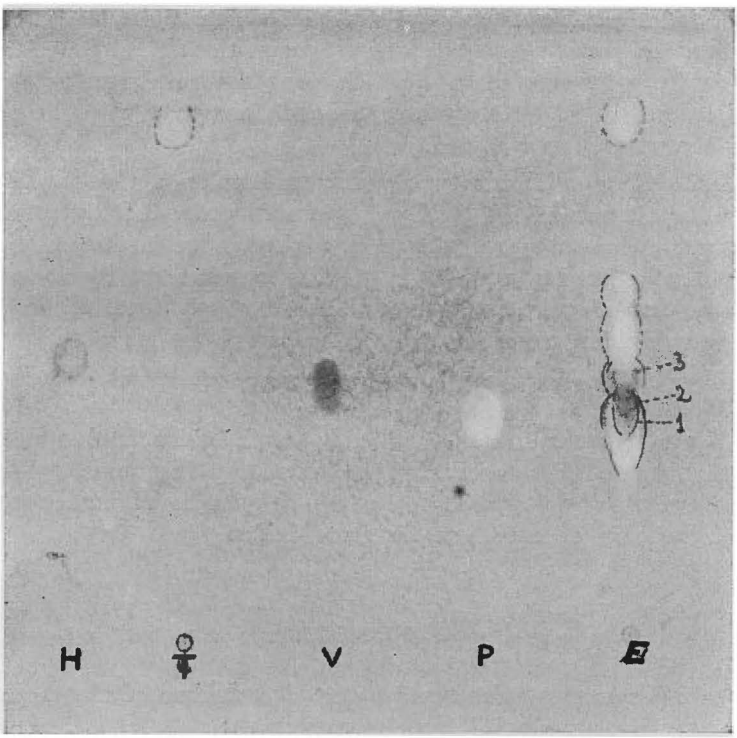


Foto núm. 7.—Cromatograma en capa fina de los ácidos húmicos y testigos H (hidroxibenzoico), V (vainillico) y P (protocatéquico). Solvente: ácido acético al 2 por 100.

los segundos sobre todos los fenómenos de síntesis. El desarrollo vegetal depende del equilibrio respiración $\rightleftharpoons$ síntesis, y los desplazamientos de dichos equilibrios deben producir como consecuencia variaciones en el rendimiento vegetal.

El análisis cromatográfico nos muestra la existencia de ocho aminoácidos en el ácido húmico E, mientras que en el T solamente apa-

rece una ligera traza de un aminoácido; por tanto, la acción sobre los procesos de síntesis de estos dos ácidos ha de ser distinta.

Por otra parte, el contenido en fenoles del ácido húmico E es inferior al correspondiente del ácido húmico T, luego los procesos respiratorios de la planta vendrán influidos de forma distinta según la clase de ácido utilizado.

El ácido húmico E, en consecuencia, tiene una acción intensa sobre los procesos de síntesis (constructores), y pequeña sobre los de respiración (destructores). La consecuencia es un aumento en el desarrollo de las plantas, como se observa claramente en las dosis bajas.

Cuando se incrementa la dosis a niveles más altos, la acción sobre la respiración aumenta, pero no proporcionalmente la acción respectiva sobre las síntesis por el carácter enzimático (catalítico). En consecuencia llega un momento que los procesos respiratorios son más intensos que los de síntesis y por tanto disminuye el peso de la planta, como ocurre en la realidad.

El ácido húmico T, por su riqueza en fenoles, actúa muy intensamente sobre la respiración (9), por tanto el peso de la planta disminuye frente a los testigos, ya que la acción sobre la síntesis es prácticamente nula y sólo a dosis muy altas produce un ligero aumento cuando la acción sobre los procesos de síntesis y fotosíntesis llega a ser intensa, debido también a que la acción sobre los procesos respiratorios tiene un límite que fisiológicamente no se supera porque la planta moriría.

Así, pues, vemos cómo los dos ácidos húmicos actúan de forma distinta sobre los dos procesos fundamentales responsables del desarrollo vegetal y, por tanto, los pesos de plantas obtenidos variarán con la aplicación de cada uno de estos ácidos.

Conclusiones

Al estudiar comparativamente estos dos ácidos húmicos, se aprecia de manera clara dos diferencias esenciales:

El ácido húmico E es rico en nitrógeno proteico, mientras el ácido húmico T apenas si tiene trazas de un aminoácido.

En relación con el contenido en compuestos fenólicos, se comprueba que el ácido húmico E contiene también mayor diversidad de fenoles, a pesar de lo cual su contenido total en grupos fenólicos es inferior al del ácido húmico T. Los cromatogramas muestran la presencia de dos fenoles que están presentes en ambos ácidos húmicos estudiados ;pero en el ácido húmico E se separan diversos fenoles más, entre los que se han identificado el p-protocatéquico, el vainíllico y el siríngico, los cuales, como se sabe, se encuentran corrientemente entre los productos de descomposición de la lignina.

Este estudio cromatográfico de partición en papel está de acuerdo con la ionoforesis desarrollada en estos ácidos húmicos, ya que el ácido T presenta mayor polimerización (ácidos húmicos grises), mientras que el E sólo está constituido por una fracción de ácidos pardos de migración rápida. Asimismo, estos resultados confirman los trabajos de Jacquin (3), quien demuestra que el contenido de fenoles ácidos en los compuestos húmicos está en relación inversa al grado de polimerización de los mismos.

Queda demostrado mediante el análisis cromatográfico el diferente contenido en fenoles y aminoácidos de los ácidos húmicos ensayados, y de aquí su distinto comportamiento en el desarrollo de las plantas de maíz.

Resumen

En el presente trabajo se ha llevado a cabo el estudio analítico de dos ácidos húmicos, uno extraído de un estiércol (E) y otro procedente de una turba (T), cuyos efectos sobre el desarrollo y asimilación de elementos por la planta de maiz fueron ya expuestos en trabajos anteriores.

El estudio analítico de estos dos ácidos se ha efectuado aplicando la electroforesis y cromatografía en capa fina y papel. Con estas técnicas se han determinado en dichos ácidos húmicos el grado de polimerización y complejidad, así como los componentes de los mismos, principalmente en relación con los aminoácidos y fenoles.

Se da también una interpretación del comportamiento de estos dos ácidos húmicos en el cultivo de las plantas de maíz en relación con su composición química.

Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Madrid

Bibliografía

(1) Boulanger, P. et G. Biserte. 1951. Cromatographie sur papier des acides aminés et polypeptides des liquides biologiques. Bull. Sté. Chim. Biol., 33, n.º 11-12.

(2) Jacquin, F. 1961. Contribution à l'étude d'humus naturels par electrophoresis sur papier. Bull. E. N. S. A. N., IV, 2 106-113.

(3) — — 1963. Theses. Contribution à l'étude des procesus de formation et d'evolution de divers composés humiques. Sté d'Impressions Typographiques. 2 rue René-d'Anjous. Nancy.

(4) Kononova, M. M. and Belchikova, N. P. 1960. Investigation of the Nature of Soil humus substances. Soviet Soil Sci., n.º 11, 1149-1155.

(5) — — and Titova, N. A. 1961. Use of paper electrophoresis for fractionation of the humic substances of soil and for study of their complex compounds with iron. Soviet Soil Sci., n.º II, 1230.

(6) Ortega, B. C., Hernando, V. y Sánchez Conde, M.ª P. 1968. Diferencias, entre las acciones del ácido húmico extraído de un estiércol y el extraído de una turba, sobre las plantas de maíz. Congreso Viena.

(7) Ribereau, G. 1964. Les composés phenoliques du raisin et du vin. I. Les acides phenols. II. Les flavonosides et les anthocyanosides. I Ann. Physiol Veg., 6 (2), 119-147; II Ann. Physiol. Veg., 6 (3), 211-242.

(8) STECH, W. and WENDER, S. H. 1965. Paper Chromatography in Benzene-Acetic Acid-Water as an acid estimating free hydroxil phenolic compounds. J. Chrom., 19, 564-571.

(9) KHRISTEVA, L. A. 1955. The participation of humic acid and other organic substances in the nutrition of higher plants and the agronomic importance of this type of fertilizer. Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. biol., 4.

Recibido para publicación: 18-V-68

INVESTIGACIONES SOBRE EL VALOR DE LAS SEMILLAS DE ALHOLVA *(TRIGONELLA FOENUM GRAECO* L.*)* ENTERAS Y DESMUCILAGINADAS EN LA ALIMENTACION DE POLLOS, Y MEDIOS PARA INCREMENTARLO

por

GASPAR GONZALEZ, MARIA LUISA BARROS
y ESTEBAN OCIO

SUMMARY

STUDIES ON THE VALUE OF WHOLE AND DEMUCILAGINED FENUGREEK *(TRIGONELLA FOENUM GRAECO)* SEEDS IN CHICK DIETS AND MEANS OF INCREASING THIS VALUE

Three separate experiments were conducted to study the effects on the rate of growth, feed consumption and feed efficiency and of the inclusion of four differents levels of fenugreek (*Trigonella foenum graeco*) complet seeds, demucilaginated seed by maceration in could water and subsequent presion and fractions of manually demucilagined and peeled seed.

The substitution of 5, 10, 15 and 20 per 100 of a mixture of 50 per 100 soya been meal and milo by the same amounts of fenugreek seed (experiment I) depressed both the final weight and feed consumption after 19 days (53 days old chickens) in about 12.60, 34.07, 54.38 and 57.97 per 100; and 4.4, 10.1, 26.0 and 30.8 per 100 respectively; the conversion index being 11.3, 14.3, 16.6 and 18.1 per 100 higher, in comparison with the control group with a comercial diet. In each case the feces of the chickens were more sticky when higher the amount of fenugreek seed. Whit the same four different levels of demucilaginated seed included in the diet (experiment II), the depression of growth after 46 days (50 days old chickens) was about 5.3, 10.23, 14.6 and 39.3 per 100 respectively; the feed consumption was higher with the first three groups and depressed in about 24.9 per 100 with the fourth group with the 20 per 100 level, the conversion rate being 9.8, 13.9, 25.8 and 7.3 per 100 respectively higher, in comparison with the control group. The feces were less sticky than in the experiment I. The inclusion of 5 per 100 of manually separated teguments and mucilage during 26 days (30 days old chickens) produced a reduction of the final weight 20.8 per 100 lower, and an increase in feed consumption and food efficiency 40.6 and 27.8 per 100 respectively higher. When 5 per 100 of embryo and cotyledons were included, the results were, respectively, 25.55, 23.77 and 9.9 per 100. Addition of esential aminoacids, mainly methionine and phenilalanine, improve both growth rate ante feed efficiency of chicks feed the latest ration (embryo and cotiledons) to similar levels to those of the control grouph with the comercial diet.

From this results it appears that the gum (25 to 30 per 100 of the whole seed) and the aminoacid deficiencies, mainly methionine and perhaps phenilalanine, of the fenugreek seed protein are responsible for the adverse affects on chicks noted when the entire seeds or parcially demucilaginated seeds are added to the ration. It is suggested that the fenugreek seed could be a source of gum for industrial use and that the remaining seed meal, relatively high in lisine, could be a useful protein supplement for poultry provided the low methionine content is taken into account. Nevertheless more studies are needed in order to know the effects of aminoacid supplements and enzime preparations on the va'ue of whole and parcially demucilaginated seeds.

Introducción

Pruebas previas de alimentación, realizadas por G. González y colaboradores (8) con ratas y pollos de carne, utilizando proporciones variables de semilla de alholva, dieron como resultado que la inclusión de sólo un 5 por 100 en la ración determinaba ya detención del crecimiento en los pollos y retraso del crecimiento en las ratas, así como deposiciones pastosas y extremadamente pegajosas, que se hacían muy blandas, casi diarreicas, en todos los animales cuando las proporciones subían del 10 por 100. Efectos semejantes se han registrado por otros en pollos con dietas conteniendo torta de lino (9, 12), garrofín triturado (4, 10, 11), torta de guar (3, 6, 11, 18, 19), algas (14), etc.

Todas estas materias primas poseen la característica común de contener una gran proporción de polisacáridos complejos, que se clasifican como gomas y mucílagos —compuestos principalmente por cantidades variables de anhidromanosa y anhidrogalactosa (1)—, y de ser deficientes en uno o más de los aminoácidos necesarios para el crecimiento óptimo del pollo y de la rata (17). En consecuencia, parece lógico que se hayan asignado en primer lugar los referidos efectos a la acción de uno o de los dos factores señalados.

Y así, una parte de las propiedades inhibidoras del crecimiento de la torta de linaza se ha atribuido al mucílago que contienen (5, 13), aunque Kratzer y Williams (10) afirman que desaparecen si se somete a un tratamiento preliminar con agua o, si la proporción de piridoxina se aumenta; sin embargo, un tratamiento similar del garrofín triturado y de la torta de guar dio un incremento muy ligero, aunque significativo, con el primero, en uno casos (18), o no mejoró el crecimiento de los pollos con ambos, en otros (4, 19). Anderson y Warnick (2) y Vohra y Kratzer (19) encuentran que la inclusión de un 2 por 100 de varios polisacáridos naturales —gomas de guar, de garrofín, de tragacanto o de algas— o de un 4 por 100 de pectina, en dietas equilibradas y formadas con los ingredientes comerciales comunes, deprimían en un 25-30 por 100 el crecimiento de los pollos y ocasionaban heces pegajosas y que los efectos perniciosos de las gomas de guar o de garrofín desaparecían cuando estos productos se trataban con los adecuados enzimas

que los hidrolizaban. Recientemente, Kratzer y colaboradores (11), investigando el mecanismo de acción de estos polisacáridos naturales, confirman los resultados de trabajos anteriores y descubren que la goma de guar ocasiona una disminución de la energía metabolizable de la ración completa y que la reducción de la velocidad de crecimiento de los pollos no se anulaba aumentando la proporción de grasa o de proteína de aquélla, por el contrario, un incremento de la proporción de este último principio agravaba los efectos perjudiciales sobre el crecimiento de los pollos. A estos efectos de las gomas y mucílagos hay que añadir, en cada caso, las deficiencias en aminoácidos de la proteína de las correspondientes materias primas (17) y, en algunos, la presencia de factores depresores del ritmo de crecimiento y de la conversión del pienso en los pollos, como, por ejemplo, el factor antitripsina en la harina de guar (6, 16).

Se sabe que la semilla de alholva contiene alrededor de un 28 por 100 de gomas y mucílagos, y de un 31 por 100 de proteína bruta (8). Por consiguiente, se han planeado una serie de ensayos pensando que esta semilla, como ocurre en la actualidad con las de lino, de guar, de garrofín, etc., podría constituir una fuente de gomas y mucílagos utilizables en la industria y que su extracción, al mismo tiempo que eliminaría uno de los factores que perjudican a los animales, dejaría un producto residual (torta) muy enriquecido en proteína, que podría utilizarse más propiamente en la alimentación animal, aunque teniendo en cuenta que es deficitaria en metionina (15, 17) y en fenilalanina (15) para un crecimiento óptimo de la rata y del pollo, que en la fracción proteína bruta se valora una significativa proporción de cannavanina (17) (por lo que su riqueza real es inferior a la que se asigna multiplicando el N por 6,25) y, en fin, que en la torta pueden quedar factores perjudiciales para los animales.

El presente trabajo tuvo como finalidad comprobar el valor nutritivo real de las semillas y del residuo de extracción del mucílago o torta de alholva y de fijar las causas de los efectos negativos obtenidos en pruebas anteriores. Para ello se realizaron tres experimentos. En el primero se utilizaron raciones con proporciones crecientes de semillas completas. En el segundo se emplearon semillas parcialmente desmucilaginadas por maceración y presión. Finalmente, en el tercer experimento se utilizó semilla de alholva, de la que se suprimió manualmente el mucílago y con él los tegumentos, en un intento de eliminar aquél en el mayor grado posible, completando algunas raciones con los aminoácidos esenciales deficitarios, dada la ya conocida desequilibrada composición de la proteína de la semilla de alholva

Material y métodos

Experimento 1

Se han utilizado diez grupos de pollos de doce animales cada uno, híbridos, machos sexados Iber-Cross, de cuatro días de edad, elegidos al azar de un grupo de 150 del que previamente se habían eliminado los de pesos extremos, mantenidos en baterías y en condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.) adecuadas a su edad e idénticas para los doce grupos. La distribución de los grupos en las baterías se realizó también al azar.

A cada dos de estos diez grupos se les suministró una de las cuatro dietas experimentales con proporciones crecientes de alholva (5, 10, 15 y 20 por 100), recibiendo los otros dos la ración testigo, en la que la alholva se sustituyó por una mezcla de soja y mijo que dio aproximadamente la misma composición en principios inmediatos. En la tabla número 1 se detallan los ingredientes y la composición de las raciones y de las alholvas utilizadas.

Durante la prueba, que duró cuarenta y nueve días, todas las aves recibieron el pienso cuidadosamente pesado y agua a discreción. Los pollos se pesaron cada diez días, a la misma hora, y para analizar la ganancia de peso se realizó el análisis de la varianza de los resultados, aplicando el test de Duncan (7) cuando las diferencias entre los grupos fueron significativas. Se observó diariamente el aspecto general de las aves y de las heces.

Experimento 2

En el experimento 2 se introdujeron las siguientes variantes: debido a las escasas disponibilidades de semilla de alholva desmucilaginada se formaron solamente cinco grupos, utilizándose diez animales por grupor en los números I y II, ocho en los números III y IV y seis en el V. En este grupo hubo necesidad de disminuir algo el número de animales, ya que el porcentaje de alholva en el mismo era del 20 por 100 y, por tanto, se necesitarían cantidades mucho mayores del producto si se elevaba sólo ligeramente el número de aves del grupo y de su respectiva repetición. La prueba se completó a los cuarenta y seis días.

Se utilizaron cinco dietas, una para cada grupo, con la composición que se detalla en la tabla número 2. La dieta testigo sin alholvas y las cuatro restantes con cantidades crecientes (5, 10, 15 y 20 por 100, respectivamente) de alholva desmucilaginada.

Para separar la mayor parte del mucílago que contienen se trituraron las semillas y se sometieron a maceración en agua durante veinti-

TABLA NÚM. 1

Ingredientes y composición calculada de las dietas testigo y con diferentes proporciones de alholvas completas

	DIETAS				
	I Testigo %	II 5 % alhol. %	III 10 % alhol. %	IV 15 % alhol. %	V 20 % alhol. %
I. *Ingredientes.*					
Maíz	52,25	53,25	53,25	53,75	54,25
Mezcla: soja y mijo (1) ...	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00
Alholvas completas	—	5,00	10,00	15,00	20,00
Harina de pescado	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Harina de alfalfa	3,00	3,00	3.00	2,75	2,50
Aceite de soja...	1,50	1,50	1,50	1,25	1,00
Sal común	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Corrector (2)...	1.00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carbonato clálcico	1,00	—	—	—	—
II. *Composición calculada.*					
Proteína bruta, %	20,36	20,45	20,46	20,47	20,46
Fibra bruta, %...	4,77	4,87	4,94	4,98	5 02
Calcio, %	1.03	0,98	1,23	1,51	1,81
Fósforo, %...	0,42	0,50	0,60	0,69	0,78
Relación Ca/P...	2,54	1,96	2,05	2,18	2,32
Metionina, %...	0,51	0,52	0,52	0,51	0,51
Lisina	1,17	1,21	1,26	1,30	1,37

(1) Esta mezcla consistió en 44 partes de soja del 50 por 100 y 56 partes de mijo y dio la siguiente composición frente a las semillas de soja, en tanto por ciento, de la sustancia seca: Mezcla: proteína bruta, 31.33; fibra bruta, 9,94; extracto etéreo, 2,59; cenizas, 5,60; extractivos no N, 50,54; calorías metabólicas, 2.875; metionina (*), 0,44; lisina, 1,54. Alholva: proteína bruta, 31,24; fibra bruta, 11,48; extracto etéreo, 7,19; cenizas, 3,25; extractivos no N, 46,84; calorías metabólicas, 3.076; metionina (15), 0,39; lisina (15), 2,54.

(2) El corrector aporta por cada 100 kilogramos de pienso: vitamina A estabilizada, 800.000 U. I.; vitamina D_3, 200.000 U. I.; vitamina E. 500 mg.; vitamina B_{12}, 0,8 mg.; vitamina B_1. 100 mg.; vitamina B_2, 600 mg.; vitamina K, 100 mg.; ácido pantoténico, 600 mg.; ácido nicotínico, 3 gramos; colina, 50 gramos; penicilina, 0,6 gramos; bacitracina, 0,6 gramos; metionina, 30 gramos; hierro, 1,8 gramos; cobre. 0,4 gramos; manganeso, 5,5 gramos; cobalto, 20 mg.; cinc, 5 gramos; yodo, 200 mg., y excipiente.

Agradecemos a «Bioter, S. A.» el suministro desinteresado del corrector.

cuatro horas, removiendo con un agitador; la pasta resultante se introdujo en una bolsa de lino y se prensó para provocar la salida del mucílago a través de la trama del tejido. La maceración y prensado se repitió varias veces con el producto de la bolsa hasta comprobar que no salía mucílago a través de la trama. La torta resultante se extendió en bandejas y se desecó en estufa a 60°. Su composición figura en el pie de la tabla número 2; y hay que señalar que, pese a lo intenso de

TABLA NÚM. 2

Ingredientes y composición calculada de las dietas testigo y con diferentes proporciones de alholvas desmucilaginadas por presión

	RACIONES				
	I Testigo %	II 5 % alhol. %	III 10 % alhol. %	IV 15 % alhol. %	V 20 % alhol. %
I. *Ingredientes*					
Maíz amarillo...	62,00	63,75	64,50	65,25	65,75
Torta de soja...	16,00	15,00	13,00	10,00	—
Torta de algodón	12,75	9,00	5,00	—	—
Alholva desmucilagin. (*)...	—	5,00	10,00	15,00	20,00
Harina de pescado	7,00	6,50	6,00	8,00	12,00
Carbonato cálcico	0,50	—	—	—	—
Fosfato dicálcico...	1,00	—	0,75	—	—
Fosfato monocálcico...	—	—	—	1,00	1,50
Sal común	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Corrector (**)...	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
II. *Composición calculada.*					
Proteína bruta, %	20,10	20,90	20,60	20,90	20,80
Fibra bruta, %...	4,89	5,08	5,11	4,96	5,11
Calcio, %	0,42	0,69	0,95	1,34	1,81
Fósforo, %...	0,33	0,40	0,47	0,62	0,82
Relación Ca/P...	1,29	1,72	2,01	2,18	2,21

(*) Las semillas dieron la siguiente composición en tanto por ciento de la sustancia seca: proteína bruta, 40,87; extractivos libres de N, 38; fibra bruta, 17,18; extracto etéreo, 9,49; cenizas, 2,08.

(**) El corrector aporta por cada 100 kilogramos de pienso: vitamina A estabilizada, 1.600.000 U. I.; vitamina D_3, 400.000 U. I.; vitamina E, un gramo; vitamina B_{12}, 1,6 mg.; vitamina B_1, 200 mg.; vitamina B_2, 1,2 gramos; vitamina K, 200 mg.; ácido pantonético, 1,2 gramos; ácido nicotínico, 6 gramos; colina, 100 gramos; penicilina, 1,2 gramos; bacitracina, 1,2 gramos; metionina, 60 gramos; hierro, 3,6 gramos; cobre, 0,8 gramos; manganeso, 11 gramos; cobalto, 40 mg., y excipiente.

Agradecemos a «Bioter, S. A.» el suministro desinteresado del corrector.

los tratamientos, todavía contiene alrededor de un 20 por 100 de los compuestos mucilaginosos de la semilla completa.

Experimento 3

Se utilizaron 25 pollos híbridos «Iber-Cross», machos sexados, de cuatro días, divididos en cinco grupos de cinco animales cada uno, alojados individualmente en jaulas metabólicas y en las mismas condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.). Estos pollos se habían mantenido desde su nacimiento hasta el cuarto día en una jaula común, alimentados con una ración comercial adecuada para su edad e igual para todos.

A partir del cuarto día y durante veintiséis días cada grupo recibió una de las cinco raciones cuyos ingredientes y composición figuran en la tabla número 3. La dieta testigo se compuso con los ingredientes comerciales comunes; la dieta II incluyó un 10 por 100 de semillas completas de alholva; la III un 5 por 100 de tegumentos y mucílago —residuo del pelado y desmucilaginado manual de las semillas— y la IV un 5 por 100 de almendra —semillas de alholvas demucilaginadas y peladas—, equivalentes a la proporción de estos ingredientes que aportaba la ración II (10 por 100 de alholvas), dado que en las comprobaciones previas realizadas la semilla de alholva está constituida, aproximadamente, por un 50 por 100 de tegumentos y mucílago y un 50 por 100 de almendra (cotiledones y embrión) en peso (en el pie de la tabla número 3 se detalla la composición de todas estas fracciones), mientras que la V fue idéntica a la dieta IV, suplementada con los aminoácidos esenciales, deficitarios a la vista de la composición de la proteína de las semillas (véase tabla número 4).

Las dietas testigo, la IV y la V, llevaron una proporción de harina de alfalfa algo superior a la normal por la necesidad de igualar la fibra bruta.

Resultados y discusión

Experimento 1

Como se puede comprobar en la tabla número 5, los pesos finales de los diversos grupos de pollos de este experimento muestran diferencias muy amplias. Las ganancias medias de peso fueron siempre inferiores en los grupos con alholva que en el testigo y tanto menores cuanto mayor fue la proporción de esta semilla en la ración: 1.349,2 gramos de media en el grupo testigo, y 202, 492, 747,1 y 825,4 gramos menos también como media en los grupos con 5, 10, 15 y 20 por 100 de alholva, respectivamente. El análisis de la varianza de los pesos finales de los pollos (tabla número 6) indica que estas diferencias son altamente significativas ($F = 126{,}3$; $P < 0{,}001$). El test de Duncan prueba, por

TABLA NÚM. 3

Ingredientes y composición calculada de las dietas testigo y con diferentes fracciones de semilla de alholva y aminoácidos esenciales

	DIETAS				
	I **Testigo** %	II **Semillas completas** %	III **Tegumento y mucílago** %	IV **Almendra** %	V **Almendra y aminoácidos** %
I. *Ingredientes.*					
Harina de maíz	70,00	66,00	68,00	70,30	70,000
Torta de soja	13,00	9,00	14,00	7,00	7,000
Harina de pescado	8,00	8,00	8.00	9,00	9,000
Harina de alfalfa deshidratada	7,00	5,00	3.00	7,00	6,000
Semilla completa de alholva.	—	10.00	—	—	—
Tegumento y mucílago de alholva (*)	—	—	5,00	—	—
Almendra de alholva (cotiledones y embrión (*)	—	—	—	5.00	5.000
Metionina	—	—	—	—	0,250
Fenilalanina	—	—	—	—	0,240
Valina	—	—	—	—	0,175
Isoleucina	—	—	—	—	0,185
Treonina	—	—	—	—	0,120
Arginina...	—	—	—	—	0,120
Leucina	—	—	—	—	0,130
Carbonato cálcico...	1,30	1,20	1.31	1,00	1.070
Fosfato monocálcico	0.70	0,80	0,69	0,70	0,700
II. *Composición calculada.*					
Proteína bruta, %	18,72	18,85	18,70	18,70	—
Fibra bruta, %	4,39	4,43	4,45	4.47	4,47
Calcio, %	1,20	1,22	1.20	1,20	1,20
Fósforo, %	0.65	0,65	0,65	0,65	0,65
Relación Ca/P	1,85	1,86	1,85	1,85	1.85

(*) La composición de estas fracciones fue, en tanto por ciento de la sustancia seca, la siguiente: *Tegumentos y mucílago:* proteína bruta, 7,54; fibra bruta, 25,85; M. e. no N., 63,73; grasa bruta, 0,40; cenizas, 2,48. *Almendra:* proteína bruta, 51,77; fibra bruta, 5,66; M. e. no N., 24,71; grasa bruta, 15,17; cenizas, 2,69.

TABLA NÚM. 4

Riqueza en aminoácidos de las semillas de alholva
(Trigonella foenum graecum)

Aminoácidos	Gramos de aminoácidos por 16 g de N	
	Van Etten *et al.* (17)	Ronda *et al.* (15)
Lisina	6,0	9,00
Metionina	1,3	1,38
Metionina + cistina	2,3	—
Fenilalanina	3,8	3,62
Fenilalanina + tirosina	6,3	5,04
Arginina	9,2	5,11
Glicina	4,4	4,82
Histidina	2,0	4,13
Isoleucina	4,5	5,96
Leucina	6,8	7,78
Treonina	3,0	3,67
Triptófano	1,6	—
Valina	3,4	5,35
Alanina	4,0	4,53
Acido aspártico	10,9	8,58
Acido glutámico	15,8	9,25
Prolina	4,6	5,22
Serina	5,2	3,65

otra parte, que los pesos finales de los grupos son todos significativamente diferentes entre sí. Esto confirma que el grupo testigo era superior y significativamente diferente al resto de los grupos que consumieron alholvas y que la disminución del peso final guarda una estrecha relación con la proporción de alholvas en las raciones.

En la misma tabla número 5 puede comprobarse que la inclusión de alholvas afectó negativamente al consumo de pienso y, lo que es más importante, al índice de transformación del mismo, tanto más, en ambos casos, cuanto mayor fue la proporción de aquéllas. Efectivamente, frente a un consumo medio por ave de 2.773,5 gramos e índice de 2,05 con la dieta testigo, el consumo medio y el índice de transformación disminuyeron y aumentaron en 121,5 g. y 0,26, 280 g. y 0,82, 720,5 gramos y 1,36 y 854,5 g. y 1,66, con la inclusión de 5, 10, 15 y 20 por 100 de alholvas, respectivamente. En este mismo orden y haciendo 100 al grupo testigo el crecimiento relativo disminuyó en 12,60, 34,07, 53,38 y 57,96 por 100.

TABLA NÚM. 5

Ganancia de peso, consumo de pienso e índice de transformación de pollos a los cuarenta y nueve días del comienzo del experimento con una ración comercial y raciones con cantidades crecientes de semillas de alholva enteras

	I 0 % alhol. (testigo)	II 5 % alhol.	III 10 % alhol.	IV 15 % alhol.	V 20 % alhol.
Número de animales...	22	22	20	22	18
Peso inicial, gramos...	53,0	52,3	52,5	53,0	53,4
Peso final, gramos (*)... ...	1.402,2^{a}	1.199,5^{b}	904,9^{c}	655,0^{d}	577,1^{e}
Ganancia de peso, gramos...	1.349,2	1.147,2	852 5	602,1	523,8
Pienso consumido por animal, gramos...	2.773,53	2.651,93	2.493,13	2.053,33	1.918,87
Indice de transformación ...	2,05	2,31	2,93	3,41	3.71
Crecimiento relativo (testigo = 100) (**)	100	87,40	65,93	46,62	42,04

(*) Los valores con distinta letra exponencial suponen la existencia de diferencias estadisticamente significativas (test de Duncan).

(**) Se ha tomado el peso medio final de cada grupo.

TABLA NÚM. 6

Análisis de la varianza de los pesos finales de los pollos del experimento con semillas de alholva completa

Fuente de variación	Sumas cuadradas	g. l.	Cuadrado medio	F
Tratamiento...	10.714.773	4	2.678.693,2	
Repetición...	33.585	1	33.585,0	
Tratamiento × repetición... ...	1.173	4	293,2	
Error	2.098.383	95	22.088,2	0,013
TOTAL	12.847.914	104		
Tratamiento	10.714.773	4	2.678.693,0	
Repetición...	33.585	1	33.585,0	
Error verdadero	2.099.556	99	21.207,6	126,3
TOTAL	12.847.914	104		

Al lado de estos efectos hay que hacer notar que los pollos que consumían alholvas depusieron heces pegajosas, fluidas —aunque sin llegar a diarreicas—, frente a las normales del grupo testigo, y también que esta anomalía fue más acusada cuanto mayor proporción de esta semilla figuró en las raciones, hasta el punto de que las heces del grupo V formaron un conglomerado en las rejillas del piso de las baterías que obstruían completamente las mallas de las mismas.

Por último, la influencia de las alholvas se puso también de manifiesto en el aspecto externo de los animales al final de las pruebas. Las aves que integraban los grupos que consumían alholvas presentaban peor emplume, mal aspecto general, menos vitalidad y vivacidad y mucho menor tamaño que las testigos, y todo esto de modo más acusado cuanto mayor fue la dosis de alholva en la ración.

Todas estas observaciones confirman los resultados previos obtenidos por nosotros y, con materias primas semejantes, por otros investigadores, según se ha indicado anteriormente.

Experimento 2

Los datos referentes a este experimento, que se detallan en la tabla número 7, muestran que la inclusión de las alholvas desmucilaginadas

TABLA NÚM. 7

Ganancia de peso, consumo de pienso e índice de transformación de pollos a los cuarenta y seis días del comienzo del experimento con una ración comercial y raciones con cantidades crecientes de semillas de alholva desmucilaginada por presión y maceración en frío

	I 0 % alhol. (testigo)	II 5 % alhol.	III 10 % alhol.	IV 15 % alhol.	V 20 % alhol.
Número de animales...	20	20	15	16	11
Peso inicial, gramos...	67,9	67,8	68,0	67,6	67,9
Peso final, gramos (*)... ...	1.294,6^{a}	1.226,1^{b}	1.162,3^{bc}	1.105,5^{c}	786,4^{d}
Ganancia de peso, gramos...	1.226,7	1.158 4	1.094,2	1.037,9	718,5
Pienso consumido por animal, gramos...	2.376,6	2.462,6	2.412,35	2.537.0	1.785,68
Indice de transformación ...	1,94	2,13	2,21	2.44	2,47
Crecimiento relativo (testigo = 100) (**)	100	94,70	89,77	85,39	60,74

(*) Los valores con la misma letra exponencial no son significativamente diferentes entre sí (test de Duncan).

(**) Se ha tomado el peso final medio de cada grupo.

por presión, sustituyendo a ingredientes comunes, principalmente tortas de soja y de algodón, sigue provocando efectos negativos sobre el crecimiento de los pollos; y, así, frente a una ganancia media de peso de 1.227 gramos en el grupo testigo, las ganancias medias de los grupos con 5, 10, 15 y 20 por 100 de las alholvas así tratadas disminuyeron 69, 133, 189 y 508,5 gramos, respectivamente. El análisis de la varianza (tabla número 8) da también aquí diferencias muy significativas entre el peso final del grupo testigo y los restantes grupos con alholvas en distintas proporciones ($F = 26{,}26$; $P < 0{,}001$), aunque el test de Duncan indica que no todos los grupos son significativamente diferentes entre sí, precisamente no lo son los II y III y III y IV. El crecimiento relativo, haciendo al testigo igual a 100, disminuyó en 5,30, 10,23, 14,61 y 39,26 por 100 para los grupos II, III, IV y V, respectivamente.

En la misma tabla número 7 puede verse que, a diferencia del experimento 1, el consumo medio de pienso por ave fue mayor en los tres primeros grupos, con alholva, que en el testigo (2.376,6 gramos el testigo frente a 86, 35,7 y 160,4 gramos, más los que recibieron 5, 10 y 15 por 100 de alholva ,respectivamente), aunque al pasar al 20 por 100 de alholva el nivel medio de ingestión descendió de manera extraordinaria, 599,9 gramos menos que el testigo.

Por último, hay que señalar que, lo mismo que en el experimento I, el índice de transformación fue tanto peor cuanto mayor fue la cantidad de alholva en las raciones (1,94 del testigo y 0,19, 0,27, 0,50 y 0,53 de aumento con cantidades crecientes de la semilla tratada) y que el aspecto de los animales y las características de las heces fueron también semejantes a las del experimento anterior, aunque menos acusados.

TABLA NÚM. 8

Análisis de la varianza de los pesos finales de los pollos del experimento 2 con semillas del alholvas desmucilaginadas por presión

Fuente de variación	Sumas cuadradas	g. l,	Cuadrado medio	F
Tratamiento	1.990.326	4	497.581,50	
Repetición...	995	1	995,00	
Tratamiento × repetición... ...	181.383	4	45.345,00	
Error	1.258.952	72	17.485,00	2,59
TOTAL	3.431.656	81		
Tratamiento	1.990.326	4	497.581,50	
Repetición...	995	1	995,00	
Error verdadero	1.440.335	76	18.961.70	26,26
TOTAL	3.431.656	81		

Estos resultados demuestran que, a diferencia de lo que ocurre con la torta de linaza (9), la maceración en agua, llevada a cabo como tratamiento previo para la extracción del mucílgo, no elimina los efectos perniciosos de esta semilla en la alimentación de los pollos, y sugieren que el mucilago no es el único responsable de los mismos. Efectivamente, la supresión de una gran parte de aquél (80 por 100), aunque aumenta la apetecibilidad y aminora los demás resultados negativos, sigue dando resultados muy inferiores, tanto en el incremento de peso como en la ingestión de pienso e índice de transformación. Hay que pensar, pues, que, además de los restos de mucílago, existen otros aspectos de la composición de la semilla que son de importancia, por ejemplo, la deficiencia de aminoácidos esenciales.

Experimento 3

En la tabla número 9 se exponen el incremento de peso, consumo de pienso e índice de transformación obtenidos por los pollos que consumían raciones con diversas fracciones de alholvas, una de ellas suplementada con aminoácidos.

TABLA NÚM. 9

Ganancia de peso, consumo de piensos e índice de transformación de pollos a los veintiséis días del comienzo del experimento con una ración comercial y con raciones con semillas enteras de alholva completa, tegumentos de mucílago, almendra y almendra suplementada con diversos aminoácidos

	I	II	III	IV	V
	0 % alholva (testigo)	10 % alholva completa	5 % tegumento + mucílago	5 % almendra (embrión) con cotiledones	5 % almendra + aminoácidos
Número de animales...	5	5	5	5	5
Peso inicial, gramos...	46,8	46,9	46,9	46.9	46,8
Peso final, gramos (*)... ...	290,4[a]	192,0[b]	230,0[c]	216,2[d]	283,4[e]
Ganancia de peso, gramos...	243,6	145,1	183,1	169,2	236,6
Pienso consumido por animal, gramos...	544,4	442,2	522,3	415,0	536,4
Indice de transformación ...	2,23	3,05	2,85	2,45	2,27
Crecimiento relativo (testigo = 100) (**)	100	66,11	79,20	74,45	97,59

(*) Los valores con la misma letra exponencial no son significativamente diferentes entre sí (test de Duncan).

(**) Se ha tomado el peso final medio de cada grupo.

El grupo testigo, como cabía esperar, ha superado al II con 10 por 100 de alholva completa, al III con 5 por 100 de tegumenos y mucílago y al IV con 5 por 100 de almendra de semillas de alholva en las tres series de datos considerados, es decir, ganancia de peso (98,5, 60,5 y 74,4 gramos menos que el testigo, respectivamente), índice de transformación (0,72, 0,52 y 0,12 gramos más que el testigo, respectivamente) y consumo de pienso (102,2, 221 y 129,4 gramos, respectivamente), dando el peor crecimiento relativo el grupo que consumía alholva completa, seguido del de 5 por 100 de almendra y del de 5 por 100 de tegumentos más mucílago en 33,89, 25,55 y 20,80 por 100, respectivamente, menos que el testigo. Sin embargo, el grupo V, que recibió el 5 por 100 de almedra más los aminoácidos en que ésta es deficitaria, dio resultados mucho mejores que los grupos II, III y IV, aproximándose mucho al testigo, como puede verse en la referida tabla número 9, tanto en lo que se refiere al peso final y ganancia de peso como al pienso consumido por animal, índice de transformación y crecimiento relativo.

Efectivamente, el análisis de la varianza de los pesos finales de los pollos (tabla número 10) demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diversos grupos ($F = 10,4$; $P < 0,001$) y, realizado el test de Duncan, que los cuatro primeros grupos son estadísticamente diferentes entre sí, pero no los grupos I (testigo) y V (5 por 100 de almendra más aminoácidos).

TABLA NÚM. 10

Resultados de los análisis de la varianza de los pesos medios finales de los pollos

Fuente de variación	Sumas cuadradas	g. l.	Media cuadrada	F
Tratamiento	36.825	4	9 206	
Error	17.643	20	882	10,4
TOTAL	54,468	24	22,694	

Los mejores resultados del grupo III con el 5 por 100 de tegumentos y mucílago, en comparación con el grupo II con el 10 por 100 de alholvas completas, pueden explicarse por la mayor ingestión de pienso (522,3 g. frente a 442,2 g.) y porque el 5 por 100 de la almendra adicional consumida por el grupo II tenía una composición peor que el 5 por 100 de torta de soja que la sustituyó (véase tabla número 3); esta explicación viene avalada por el hecho de que, como hemos visto, la suplementación de la almendra con aminoácidos (grupo V) modifica los resultados, hasta hacerlos semejantes a los del testigo.

La dieta IV, en la que se incluyó el 5 por 100 de almendra de semillas de alholva (lo que representa supresión de los tegumentos y mucílago de la ración) más un 1 por 100 de harina de pescado en sustitución de un 6 por 100 de torta de soja, dio peores ganancias de peso que la dieta III (169,29 g frente a 183,9 g, respectivamente), que incluyó 5 por 100 de tegumentos y mucílago (lo que representa supresión de la almendra) más un 1 por 100 de soja en sustitución de un 2 por 100 de maíz y un 4 por 100 de alfalfa deshidratada de la dieta testigo. Esto ha tenido que deberse al menor consumo de pienso por los pollos del grupo IV (415 g frente a 522,3 g), el menor de todo el experimento; no obstante, el índice de transformación de este grupo fue superior (2,45 frente a 2,85), lo que demuestra una vez más el efecto negativo de los polisacáridos complejos que componen el mucílago incluido en el grupo III, disminuyendo la energía metabolizable y tal vez la utilización de los demás principios inmediatos de la dieta (11) (aunque esto exigiría pruebas de digestabilidad *in vitro* e *in vivo* para su comprobación).

Es curioso comprobar que la acción depresiva sobre el índice de transformación, de los tegumentos y mucílago y de los cotiledones y embrión (almendra) por separado, en comparación con el testigo, aparecen íntegramente como efectos aditivos en los resultados del grupo que consumía raciones con alholva. Y así, la presencia de los tegumentos y mucílago hizo ascender el índice de transformación en 0,62, mientras que los cotiledones y embrión sólo en un 0,22. Es decir, en total, 84, mientras que los dos conjuntamente determinaron una depresión de 0,85 (3,05-2,23 = 0,85).

El conjunto de los resultados obtenidos en este experimento, incluido el grupo V, y en los anteriores parecen confirmar que los efectos negativos sobre el crecimiento de los pollos de la semilla de alholva se deben fundamentalmente a la gran cantidad de gomas y mucílagos que contienen y a la desequilibrada proporción de aminoácidos de la semilla (especialmente de metionina). Ambos efectos se suman, haciendo bajar muy significativamente el consumo de pienso, las ganancias de peso y el índice de transformación de los alimentos, aparte de provocar efectos secundarios, como los que muestran las heces. Sin embargo, queda por investigar si un tratamiento de la semilla completa que condujera a la hidrólisis —por ejemplo, con enzimas apropiados (2)— de los polisacáridos complejos que componen el mucílago, unido a la suplementación con metionina, eliminaría los referidos efectos negativos.

Por último, hay que señalar que, por su extraordinaria riqueza en lisina, en comparación con otras semillas y harinas vegetales (17), la torta de alholva obtenida como residuo de la extracción de las gomas y mucílagos puede constituir una excelente materia prima para la alimentación de los monogástricos en el supuesto de que se corrija su

deficiencia en los demás aminoácidos esenciales, principalmente de metionina.

Resumen

Se han realizado tres experimentos con pollos de carne para determinar los efectos sobre su velocidad de crecimiento y consumo de pienso de la inclusión en la ración de diversos porcentajes de semillas de alholvas completas (experimento 1) y de las fracciones que se obtienen mediante separación por maceración y presión en frío (experimento 2) o manualmente (experimento 3) de las gomas y mucílago que contienen.

La inclusión del 5, 10, 15 y 20 por 100 de alholvas enteras (experimento 1), en sustitución de cantidades equivalentes de una mezcla de torta de soja y mijo con la misma riqueza en proteína bruta, hizo disminuir el peso final de los pollos a los cincuenta y tres días en un 12,60, 43,07, 54,38 y 57,97 por 100; el consumo de pienso en un 4,4, 10,1, 26 y 30,8 por 100, empeorando el índice de transformación en un 11,3, 14,3, 16,6 y 18,1 por 100, respectivamente, ocasionando heces de consistencia más pastosa y pegajosa cuanto mayor era el porcentaje de alholva en las dietas. En el experimento 2 los mismos porcentajes de alholva, desmucilaginada en un 80 por 100 por presión en frío, hicieron disminuir la velocidad de crecimiento de los pollos a los cincuenta días en un 5,3, 10,23, 14,6 y 39,3 por 100; el consumo de pienso en un 24,9 para el grupo con 20 por 100 de alholva (los demás consumieron mayores cantidades), empeorando el índice de transformación en un 9,8, 13,9, 25,8 y 27,3 por 100, respectivamente, dando asimismo heces de consistencia pastosa y pegajosa, aunque en menor grado que en el experimento 1. En el experimento 3 la inclusión de un 10 por 100 de semillas enteras, del 5 por 100 de tegumentos y mucílago o del 5 por 100 de almendra (cotiledones y embrión), separados manualmente, dio también resultados negativos; el peso final de los pollos a los treinta días fue un 33,89, 20,8 y 25,55 por 100 menor y el consumo de pienso un 18,8, 40,6 y 23,77 por 100 inferior, empeorando el índice de transformación en 36,8, 27,8 y 9,9 por 100, respectivamente, con relación al testigo. La suplementación de la almendra con los aminoácidos deficitarios anuló los efectos perjudiciales señalados, dando resultados semejantes a los de la dieta testigo.

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros autores con productos ricos en polisacáridos complejos, incluidos bajo la denominación de gomas y mucílagos, y confirman los supuestos previos de que la presencia de un 25 a 30 por 100 de mucílago en la semilla y la deficiencia, principalmente de metionina y tal vez de fenilalanina de la proteína de la alholva, es responsable de los efectos negativos ya señalados, limitando la utilización de las semillas enteras en la alimentación de los pollos. Confirman también que la torta de alholva, obtenida como subproducto de la extracción de las gomas y mucílagos, puede constituir una excelente materia prima para la alimentación de las aves una vez corregidas dichas deficiencias, teniendo en cuenta en especial su extraordinaria riqueza en lisina. Sin embargo, quedan por investigar los efectos independientes y combinados de la hidrólisis de los polisacáridos complejos que componen el mucílago y de la suplementación con los aminoácidos deficitarios, de la semilla entera y parcialmente desmucilaginada.

Instituto de Alimentación y Productividad Animal. C. S. I. C. Madrid

Bibliografía

(1) Anderson. E. 1949. Endosperme mucilages of legumes. Ocurrence and composition. Ind. Eng. Chem., 41, 2887-2890.

(2) Anderso, J. O. y Warnick, R. E. 1964. Value of enzyme supplements in rations containing certain legume seed meals or gums. Poultry Sci., 42, 1091-1097.

(3) Borcher, R. y Ackerson, C. W. 1950. The nutritive value of legume seeds. X. Effect of autoclaving and trypsin inhibitor test for 17 species. J. Nutrition, 41, 339-345.

(4) Bornntein, S., Alumot, E., Mokadi, S., Nachfomi, E. y Nahari, V. 1963. Trials for improving the nutritional value of carob for chicks. Israel Jz. Agr. Res., 13, 25-35.

(5) Clagett, C. O., Christianson, D., Bryant, R. L. y Lockhart, W. 1955. Further studies on chick growth inhibition with linseed meal. North Dakota Acad. Sci. Ann. Proc., 67-71.

(6) Couch, J. R. y colab. 1967. The effect of processing on the nutritional value of guar meal for broiler chicks. British Poultry Science, 8 (4), 243-250.

(7) Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Briometrics, 11, 1-42.

(8) González, G., González, V. y Bajo, O. La semilla de alholva (*Trigonella foenum graeco* L.) en la alimentación animal. Pruebas previas con pollos y ratas. (En prensa.)

(9) Kratzer, F. H. y Williams, D. E. 1948. The relation of pyridoxine to the growth of chicks fed rations containing liseed oil meal. J. Nutrition, 36, 297-305.

(10) — — y — —1951. The value of ground carobs in rations for chicks. Poultry Sci., 30. 148-150.

(11) — — Rajaguru, R. W. A. S. B. y Vohra, R. 1967. The effect of polysaccharides on energy utilization, nitrogen retention and fat absorption in chickens. Poultry Sci., 46, 1489-1493.

(12) MacGregor, H. L. y Macginnis, J. 1948. Toxichy of linseed meal for chicks Poultry Sci., 27, 141-145.

(13) Mani, K., Nikolaiczuk, N. y Maw, W. A. 1949. Flax seed mucilage and its effect on the feeding value of linseed meal in chicks rations. Sci. Agr., 29, 86-90.

(14) Nilson, H. W. y Schaller, J. W. 1941. Nutritive value of agar and Irish moss. Food Res., 6, 461-460.

(15) Ronda Laín, E., Morales Gallego, J. F. y Otero Cortés, J. 1963. Proporción de aminoácidos contenidos en las leguminosas en grano cultivadas en España. Rev. Nutr. Animal, 1, 24-32.

(16) Sathe, B. S. y Bose, S. 1961. Studies on the utilization of industrial and farm by-products in growing poultry rations. Proc. Ind. Sci. Cong. Assoc., 48, 525-526.

(17) Van Etten, C. H., Miller, R. W., Wolf, J. A. y Jones, O. 1961. Amino acid composition of twenty-seven selected seed meals. J. Agr. Food Chem., 9, 79-82.

(18) Vogt, H. y Penner, W. 1963. Die Verwendung von Guarmehl im Geflugelmastfutter. Arch. f Geflugelk., 27, 43-47.

(19) Vohra, P. y Kratzer, F. H. 1964. The use of guar meal in chicken rations. Poultry Sci., 43. 502-503.

Recibido para publicación: 24-VII-68

II CONGRESO IBERO-AMERICANO DE BIOLOGIA DEL SUELO

El II Congreso Iberoamericano de Ciencia del Suelo tuvo lugar en la Universidad de Santa María (Brasil). Fue patrocinado por la UNESCO y organizado por el Prof. Dr. Primavesi (del 22 al 30 de julio de 1968). En todos sus aspectos dicho Congreso fue un éxito pleno.

Participaron científicos de veinticuatro países de Iberoamérica, Norteamérica y Europa, y también se enviaron trabajos desde Africa, Asia y Australia. Ha sido una pena que no hubiera una representación española.

El fin del Congreso era considerar la biología del suelo como un factor fundamental de la productividad en los trópicos y subtrópicos.

Investigaciones tanto de carácter teórico como práctico aparecen en los trabajos presentados en las cuatro Secciones, y representan el esfuerzo común para encontrar nuevos caminos de explotación del suelo en Iberoamérica, mejorando la productividad de los mismos con muy buenos resultados.

El importante éxito conseguido se debe al hecho de que los iberoamericanos no han insistido solo en investigación básica, sino que la misma fue utilizada con fines aplicados y en este dominio han mostrado su superioridad.

El alto nivel científico y la forma extraordinaria con que se han estudiado los problemas de vital importancia ha causado una profunda impresión en los norteamericanos y europeos.

Todas las Comisiones presentaron conclusiones finales y recomendaciones para orientar la investigación en productividad de suelos y concentrar todos los esfuerzos sobre los puntos que han considerado decisivos. De esta forma, este Congreso no es solo importante para Iberoamérica, sino también para la investigación agrícola de todo el mundo.

Por la importancia de las conclusiones y recomendaciones de la Comisión de cada Sección, incluimos a continuación un breve y conciso sumario de las mismas:

Comisión I. Microbiología de Suelos

Conclusiones

1) La vida microorgánica es necesario estudiarla en cada Región.
2) La transformación de la materia orgánica y los minerales por la

microflora del suelo debe estudiarse midiendo los productos de la transformación y la velocidad de la misma, dejando en segundo lugar la consideración de los microorganismos que en el proceso intervienen.

3) Con el fin de mantener y mejorar la vida microbiana y la fertilidad de los suelos, se debe dedicar especial atención a la materia orgánica que debería ser aumentada por:

a) Rotaciones de cosechas, usando leguminosas como origen de nitrógeno.

b) Explotación forestal.

Recomendaciones

Se han hecho las siguientes recomendaciones:

A) Estudiar la forma más efectiva de rhizobium y otras asociaciones simbióticas en los diferentes suelos y climas, así como su respuesta a distintos tratamientos de fertilización.

B) Estudiar la descomposición de los pesticidas en los diferentes suelos tan pronto como sea posible.

C) Para facilitar el estudio de importantes problemas específicos que son comunes a todos los países iberoamericanos, debería promoverse el intercambio de científicos e información.

D) Podrían lograrse ulteriores mejoras de comunicación estimulando el conocimiento de lenguas extranjeras, de amplio uso científico y que pueden hacer más accesible la literatura científica internacional.

Comisión II. Zoología del Suelo

Conclusiones

1) Existe una clara interrelación entre fauna del suelo, formación geológica del suelo y sus fracciones físicas, químicas y orgánicas; la vegetación, la topografía y el clima. La composición de la fauna edáfica es característica del habitat, pudiendo servir para identificarlo.

2) Los efectos desfavorables del cultivo son evidentes, pero pueden reducirse con técnicas agrícolas adecuadas.

3) No existen buenos métodos para el estudio de la fauna del suelo.

4) El efecto de insecticidas como D. D. T. es muy complejo, pues no solo actúan sobre las plagas, sino que pueden tener efectos sobre otros seres vivos, afectando al equilibrio e interacción de las comunidades animales.

Recomendaciones

A) Estudiar en Iberoamérica la identificación de los suelos por su fauna edáfica.

B) Estudiar en una mayor escala las técnicas agrícolas capaces de mantener en equilibrio la fauna del suelo con el fin de evitar un desarrollo explosivo de las formas dañinas (plagas).

Comisión III. Biodinámica y Productividad del Suelo

Conclusiones

1) La productividad del suelo va paralela con su actividad biológica.

2) La base de la vida en el suelo es un manantial de energía orgánica independiente de cual sea su origen, aunque las necesidades de dicha energía son diferentes según los suelos, por ejemplo: los suelos salinos necesitan una mayor cantidad.

3) La erosión, sequías e inundaciones dependen principalmente de la destrucción de la estructura del suelo, debido a la mala infiltración o incapacidad de retención del agua.

4) Cualquier variación en el ambiente modifica las condiciones de habitat del suelo.

5) El humus es uno de los productos de más valor de la actividad microbiana, aunque su valor varía según el suelo en que se ha formado.

6) La acción de los vertebrados tiene una gran significación tanto en los procesos mecánicos como biológicos del suelo.

7) El problema de nitrógeno en las zonas templadas y tropicales puede ser resuelto económicamente por medio de leguminosas.

Recomendaciones

A) Todas las investigaciones debían dedicarse a conseguir el establecimiento de una estructura del suelo favorable y estable que permita el incremento vertical de la producción agrícola y la reducción de los costos, considerando la grave situación demográfica de Iberoamérica.

B) Deberían realizarse preferentemente estudios sobre los factores ambientales que faciliten el control de la micro y mesovida, mejorando la estructura del suelo y la productividad del mismo, y reduciendo el peligro de las plagas.

C) Intensificar las investigaciones sobre los sistemas Redox en el suelo.

D) Promover las comunicaciones y contactos frecuentes entre los científicos que trabajan en los diferentes campos de productividad y biodinámica del suelo.

E) *Es necesario canalizar los medios económicos hacia aquellos equipos que tengan posibilidad de encontrar soluciones en un período corto a los problemas que restringen una mayor productividad de los suelos.*

Comisión IV. Relación suelo/planta

Conclusiones

1) La fertilización de los suelos y plantas y la explotación del suelo produce modificaciones en la rizosfera (la naturaleza de las cuales no está todavía clara), que mejoran la producción e influencian de diferentes formas la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades.

2) Modificando la rizosfera se puede influenciar la utilidad de los nutrientes, especialmente el fósforo, lo cual puede conducir a mejores cosechas.

3) El uso adecuado de leguminosas y materia orgánica permitirá la recuperación de grandes extensiones de terreno que, hoy día, se consideran como irremisiblemente perdidas.

4) Los estudios sobre los residuos de insecticidas, herbicidas, fungicidas y otros pesticidas en plantas y suelos son escasos, a pesar del peligro que constituyen para la salud humana y animal.

Recomendaciones

A) Que se orienten las investigaciones para conseguir un mejor conocimiento de los procesos en la rizosfera, factores que lo regulan y sus efectos sobre el sistema suelo/planta. Debe darse especial atención en el futuro a las interrelaciones entre fertilización y enfermedades de las plantas, para evitar las plagas y enfermedades y mejorar los rendimientos.

B) Estudiar las posibilidades de un control directo de la micro y mesovida en la rizosfera, con el fin de incrementar económicamente la producción.

C) Concentrar la investigación sobre una fertilización adecuada de las plantas para incrementar su resistencia a las plagas y enfermedades.

D) Promover una recuperación en gran escala de los suelos con el uso adecuado de la materia orgánica y las leguminosas. Intensificar la investigación en estos campos.

E) Intensificar la investigación sobre los residuos de pesticidas y sus metabolitos en suelos y plantas.

Conclusiones generales

I) Recomendar para el progreso permanente de las Ciencias Biológicas del Suelo en Iberoamérica la consideración de las conclusiones elaboradas por la Comisión de cada Sección, recalcando la creación o desarrollo de Centros de formación y adiestramiento, especialmente para Microbiología, Zoología y Biodinámica del Suelo; así como dar prioridad al desarrollo de los estudios siguientes:

a) Importancia de la materia orgánica en productividad de suelos y su biodinámica.

b) Influencia de la descomposición microbiana sobre la formación de estructura estable en el suelo.

c) Empleo de los microorganismos del suelo utilizando métodos adecuados.

d) Efecto de la rizosfera.

e) Problemas causados por el uso de herbicidas e insecticidas.

f) Importancia del empleo de leguminosas inoculadas.

g) Sistematización de métodos aplicados de Microbiología y Zoología del suelo para adaptarlos a las finalidades acabadas de mencionar.

h) Intensificar o iniciar los estudios sobre aspectos de conocimiento fundamental que todavía no están suficientemente desarrollados.

i) Sugerir futuros Centros de adiestramiento: 1.º) Para Microbiología del Suelo: Buenos Aires y la Ciudad de Méjico. 2.º) Para Zoología del Suelo: Santiago de Chile. 3.º) Para Biodinámica y Productividad del Suelo: Santa María (Brasil) y Buenos Aires.

II) Pedir el soporte y patrocinio de la UNESCO para una publicación trimestral iberoamericana sobre Biología del Suelo.

III) Fijar la ciudad de Méjico como lugar para el III Congreso Iberoamericano de Biología del Suelo en el año 1970.

Madrid, veintisiete de septiembre de mil novecientos sesenta y ocho.

Dr. Hernando Fernández

El Ministro de Educación y Ciencia, Excmo. Sr. D. José Luis Villar Palasí, procede al descubrimiento del busto de D. José María Albareda, levantado a la entrada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en acto celebrado el pasado 29 de mayo. Estuvieron presentes en el mismo el Presidente del C. S. I. C., miembros del Consejo Ejecutivo, dirigentes del Instituto de Edafología, investigadores y numeroso personal de dichos Organismos.

NOTAS

NOTA NECROLOGICA

El 17 de agosto falleció en Madrid la Dra. Sánchez Calvo, después de una larga y penosa enfermedad, a la que hizo frente con esforzado ánimo y auténtica resignación cristiana. Toda su vida estuvo consagrada a la docencia y a la investigación, campos ambos en los que obtuvo notables éxitos. Desempeñó durante mucho tiempo el cargo de profesor agregado de Física y Química en varios Institutos de Enseñanza Media; últimamente se encontraba destinada en el Instituto Cervantes, de Madrid. Las excelentes condiciones pedagógicas de que estaba adornada, unidas a su laboriosidad, inteligencia y buen sentido, le granjearon a lo largo de su vida académica el afecto y respeto de sus alumnos y una gran estimación por parte de sus superiores.

Su vocación investigadora la llevó a ingresar en 1946 en el Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, en el que permaneció sin interrupción hasta su muerte, realizando numerosos trabajos sobre la composición mineralógica de pizarras, suelos y arcillas, que se publicaron en revistas españolas y extranjeras, y fueron objeto de comunicaciones en varios Congresos. Pero además de estas excelentes condiciones intelectuales y profesionales, Carmen Sánchez Calvo se ganaba el afecto de todos los que la trataban, por su sencillez, nobleza de alma y compañerismo, que la hacían estar siempre dispuesta a prestar ayuda a cuantos se la solicitaban.

Su muerte representa una pérdida considerable para el Instituto de Edafología, y deja un gran vacío entre sus compañeros de trabajo, que la recordarán siempre con una gran simpatía. Descanse en paz.—VICENTE ALEIXANDRE.

NOMBRAMIENTO DE RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Ha sido nombrado Rector Magnífico de la Universidad de Salamanca el Excmo. Sr. D. Felipe Lucena Conde, Catedrático de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de dicha Universidad, que ostenta los cargos de Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca y del Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste.

FACULTAD DE CIENCIAS DE BADAJOZ

Ha pasado a la Cátedra de Geología de esta nueva Facultad de Ciencias de Badajoz, el Prof. de la Universidad de Santiago de Compostela, Dr. D. Luis Josafat Alías Pérez.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIA DEL SUELO

Reunión Científica

El día 28 de octubre, a las 5 de la tarde, en el Salón de Actos del Instituto de Química Física «A. G. de Rocasolano» —Serrano, 119— tendrá lugar una Reunión Científica, en la que se presentará un informe de los asistentes al Congreso celebrado por la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo, que tuvo lugar en Adelaida (Australia) en el mes de agosto.

Excursión Científica

El día 29 de octubre tendrá lugar una excursión organizada por la Sección V (Génesis, Clasificación y Cartografía de Suelos) para el estudio de los suelos de diferentes localidades en un corto itinerario. El recorrido de la excursión será desde Madrid a Chinchón, o sea en la zona S. de la provincia, partiendo del domicilio social —Serrano, 115 bis— a las nueve de la mañana.

Imposible mostrar en el espacio de tiempo de una mañana todos los suelos de esta región, así como establecer una cadena en la cual vayan relacionándose, evolución, edad, etc., de unos suelos con otros. Por ello, se han escogido las regiones naturales o paisajes más característicos del área en estudio, para mostrar en cada uno el perfil tipo y el proceso de evolución que lo caracteriza. Se obtendrá, de esta manera, una visión general de la distribución geográfica de los suelos, y una serie de datos acerca de los factores genéricos más importantes que han dado origen a las tendencias evolutivas que nos refleja cada tipo de suelo.

El objeto de la excursión es contrastar pareceres entre los diferentes especialistas miembros de la Sociedad, con el fin de unificar los criterios y ampliar conocimientos.

Se examinarán cuatro perfiles de suelos desarrollados sobre materiales originarios muy distintos dentro de los contactos de las denominadas facies miopliocena (detrítica y química) y Cuaternario, perfiles sobre los que se pretende establecer cierta correlación en cuanto a datación y génesis en relación a su peculiar posición fisiográfica.

Perfil I. Situado en el barrio del Gran San Blas.

Sobre los sedimentos detríticos miocenos, más comúnmente denominados «facies de Madrid», existe un suelo de tipo *pardo no cálcico*.

El fácil encajamiento de los arroyos, debido a la blandura del material, hacen una región muy alomada, donde los procesos erosivos actúan con facilidad, principalmente en las áreas deforestadas. Y aunque en la actualidad el proceso de destrucción predomina sobre el de formación, se considera como suelo climax el *pardo no cálcico*.

Perfil II. Situación: La Poveda (Arganda).

Sobre la terraza media del río Jarama se presenta un suelo semejante al anterior, pero desarrollado sobre el material de posible procedencia eólica y posteriormente recubierto por productos de soliflucción y arroyada, en los que se inicia el desarrollo final de un suelo coincidente con las actuales características climáticas. Se discutirá su posible correlación con el Perfil I.

Perfil III. Kilómetro 8,5 de la carretera del Puente de Arganda a Chinchón.

Sobre calizas de edad Pontiense, comúnmente denominadas «calizas de los páramos», se presentan unos materiales limosos y areno-limosos, en parte similares a los del perfil II, pero sobre los que se desarrolla un *suelo pardo calizo* en diversas fases de erosión. En profundidad, y entre las fisuras de los bancos de caliza existen restos muy puros de *terra rossa*. En superficie pueden apreciarse costras zonales, a partir de las cuales actualmente se dan *xerorendzinas* y *litosuelos calizos*. Se discutirán sus posibles relaciones con los perfiles I y II.

Perfil IV. Kilómetro 17 de la carretera del Puente de Arganda a Chinchón.

Sedimentos limosos bastante potentes y de tipo muy homogéneo fosilizan el relieve intensamente disectado de los yesos miocenos subyacentes.

Sobre estos sedimentos se desarrolló un suelo de estepa, tipo *Serosem*, cuya génesis es muy interesante comparar y discutir con la de los perfiles expuestos con anterioridad.

Los datos analíticos de los perfiles serán ofrecidos para su estudio con anticipación a la fecha de la mencionada excursión.

Publicaciones

La Sociedad tiene a disposición de los que estén interesados, el tomo de las Comunicaciones presentadas a la Conferencia sobre Suelos Mediterráneos celebrada en Madrid en 1966. El precio para los socios es de 500 pesetas.

Proxima aparición del Boletín

Es intención de la Directiva de esta Sociedad la publicación de un Boletín Informativo a partir del año 1969.

Conferencias Científicas

Se insiste nuevamente en la necesidad de una mayor colaboración de los socios y se les sigue haciendo la oferta de la Organización para que envíen detalle de los temas que desearían exponer, para de esta forma programarlas debidamente.

PETICION AL FONDO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Por el Instituto de Edafología de Madrid ha sido elevada a dicho Fondo la petición del Investigador Científico D. Teófilo Fernández, solicitando la concesión de un cromatógrafo de gases y utillaje complementario necesario para la realización de los trabajos que lleva a cabo en dicho Centro.

NOMBRAMIENTOS

Ha sido nombrada Secretaria del Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia, D.ª Adelina Vázquez Vázquez, a propuesta de dicho Centro.

Doña María Sánchez Camazano ha sido designada Jefe de la Sección de Físico-Química del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

Del mismo Centro ha sido nombrada Jefe del Laboratorio de Mineralogía de Arcillas, D.ª Teresa Martín Patino.

CONGRESOS, REUNIONES Y BECAS

Por la División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza, 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 de las becas concedidas. Este personal pertenece a diversos Centros del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología o Centros afines.

Don Valentín Hernando Fernández, Vicedirector e Investigador Científico del Instituto de Edafología de Madrid, para asistir en Lisboa al VI Congreso Mundial de Fertilizantes.

Don Luis Egea Ibáñez, Ayudante Científico del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, para asistir al 99.° Congreso de la Sociedad Pomológica de Francia, a realizar en Valencia durante el mes de octubre.

Don José Antonio Rausell Colom, Investigador Científico del Instituto de Edafología de Madrid, para visitar el Max Plank Institut für Silikatforschung de Wüzburg y dar en él un ciclo de conferencias.

SIMPOSIO SOBRE POLUCION DE LAS AGUAS

Organizado por el Instituto de Hidrología, Patronato «Juan de la Cierva» y Centro de Estudios, Investigación y Aplicaciones del Agua, de Barcelona, va a celebrarse en Alicante, durante los días 6, 7 y 8 de noviembre próximo, un «Simposio sobre Polución de las Aguas. Valoración y localización de las contaminaciones».

El Simposio constará de cinco sesiones de trabajo, en el transcurso de las cuales los ponentes expondrán sus comunicaciones durante unos cuarenta y cinco minutos. Inmediatamente después seguirá un período de discusión de media hora, aproximadamente.

Se prevé la posibilidad de que el texto de las ponencias se distribuya entre los inscritos con anterioridad al comienzo del Simposio.

Los temas y los especialistas designados para hacerse cargo de las ponencias que constituyen el programa científico, son los siguientes:

1.° La problemática de la contaminación de las aguas en España. Ponente: D. Sebastián Notario Lodos, Ingeniero Industrial. Jefe del Servicio de Aplicaciones Industriales, Dirección General de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas, Madrid.

2.° Orígenes diversos de la polución de las aguas. Ponente: D. Benito Oliver Suñé, Doctor en Farmacia, Jefe del Servicio de Laboratorios y Esterilización de la Sociedad General de Aguas de Barcelona, Barcelona.

3.° Inventario de las poluciones. Ponente: D. Louis Menetrier, Jefe de Servicio Adjunto del Laboratorio d'Higiène de la Villa de París.

4.° Los indicadores de la polución. Ponente: D. Román Casares López, Doctor en Farmacia, Catedrático de Análisis Químico y Bromatología de la Universidad de Madrid.

5.° La Demanda Bioquímica de Oxígeno como indicador de la polución. Ponente: D. Georges Van Beneden, Doctor en Ciencias Farmacéuticas, Director del Institut d'Hidrologie Henrijean, Spa (Bélgica), Colaborador del CEBEDEAU.

6.° La Demanda Suplementaria como medida de la polución. Ponente: D. Mariano Santos Comendador, Ldo. en Farmacia, Sección de Contaminación y Depuración de Aguas, Patronato «Juan de la Cierva», Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

7.° Indices limnológicos de la polución. Ponente: D. Ramón Margalef, Doctor en Ciencias Biológicas, Director del Instituto de Investigaciones Pesqueras, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona.

8.° Indices microbiológicos de la polución. Ponente: D. Benito Oliver Clapés, Ldo. en Farmacia, Jefe de Bacteriología del Servicio de Laboratorios de la Sociedad General de Aguas de Barcelona, Barcelona.

9.° Los virus: Conceptos actuales. Ponente: D. Pablo Cartañá Castellá, Doctor en Medicina, Direcor del Instituto Municipal de Higiene de Barcelona.

10.° Interpretación de los resultados: Ecuaciones de autodepuración de ríos. Ponente: D. José Gabriel Catalán Lafuente, Doctor en Cien-

cias Químicas, Jefe de la Sección de Contaminación y Depuración de Aguas, Patronato «Juan de la Cierva», Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

El problema de la polución de las aguas constituye un tema de excepcional interés para el futuro de la gestión de los recursos hidráulicos, el abastecimiento de agua, la salud pública y la conservación del medio ambiente natural. La responsabilidad de la prevención, del control y la eliminación de la polución ha desbordado el marco de los especialistas, y hoy atañe a toda la población de un país. No obstante, es a los especialistas a quienes compete trazar las líneas de acción, definir los métodos y determinar los instrumentos de la lucha contra la polución.

Los organizadores de este Simposio desean llamar la atención a todos los técnicos españoles en esta materia, a los especialistas a cargo de laboratorios de control, a los investigadores y a los ejecutivos en las tareas de gestión, tratamiento y distribución de los recursos hidráulicos, tanto pertenecientes a organismos del Estado, como a entidades o empresas privadas, sobre el interés del tema seleccionado para ser discutido en las reuniones de trabajo. La valoración y localización de las contaminaciones constituye, en efecto, un antecedente básico en la lucha contra la polución, y para desarrollar las ponencias y dirigir los debates se ha procurado invitar a un número de especialistas españoles y extranjeros de reconocida calidad y altura científica.

Los organizadores han concebido el Simposio como una unidad, en la cual las distintas ponencias constituirán aspectos parciales del tema general y quieren subrayar el carácter formativo y práctico de las mismas, así como de los resultados finales de la discusión del programa científico.

VIII CONGRESO NACIONAL DE QUIMICA CELEBRADO EN CUZCO

Con ocasión de celebrarse este VII Congreso, el Prof. Dr. D. Julio Rodríguez Martínez ha tenido las actuaciones siguientes:

Conferencias y actos:

Conferencia pronunciada en Quito, con asistencia del Embajador de España Conde de Urquijo, Nuncio de la Santa Sede y Rectores de varias Universidades, sobre: «Desarrollo de la Investigación Científica Española».

Charla en el Colegio Mayor «Illinizas», de Quito, sobre: «La Universidad Española».

VIII Congreso Nacional de Química del Perú.

Presidencia de la Sección de Apertura, ostentando la representación oficial del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en el VIII Congreso Nacional de Química del Perú.

1. Conferencia plenaria: «Cristalquímica de los filosilicatos».

2. Presentación de tres comunicaciones científicas: «Epitaxia en la serie de la calcita»; «Figuras de corrosión en filosilicatos»; «Nueva técnica para la identificación de silicatos laminares».

3. Presidencia de la Sección de Mineralogía del Congreso.

4. Desarrollo de un cursillo de cinco lecciones: «Introducción al estudio de los silicatos laminares».

Lección 1.ª Clasificación de los silicatos laminares. Estructura cristalina.

Lección 2.ª Propiedades físico-químicas y su relación con la estructura cristalina. Capacidad de cambio.

Lección 3.ª Hidratación. Rehidratación. Complejos orgánicos. Imbibición.

Lección 4.ª Otras propiedades superficiales. Epitaxia. Corrosión.

Lección 5. Síntesis natural y artificial. Técnicas de identificación.

Lecciones en la Universidad Nacional de San Marcos, de Lima

En la Escuela de Geología de la Facultad de Ciencias, cursillo de cinco lecciones:

«Introducción al Estudio de los filosilicatos».

En la Facultad de Química, una conferencia:

«Aspectos dinámicos de los minerales».

Otras actividades:

Entrevista con los Profs. Salas Rodríguez, de la Universidad de Cuzco, y con el Prof. Antero Bueno, de la Universidad de San Marcos de Lima, a fin de organizar una reunión hispanoamericana de cristalografía en Río de Janeiro o Montevideo, bajo los auspicios de la O. E. A. Dicha reunión podría tener lugar a raiz del Congreso Internacional de Cristalografía, que se celebrará en New York en agosto de 1969.

Distinciones:

Nombramiento de Catedrático Honorario de la Universidad de Cuzco.

Nombramiento de Catedrático Visitante de la Universidad Nacional de San Marcos, de Lima.

Oferta de contrato para desarrollar un curso de seis meses en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Marcos, de Lima.

Oferta de contrato para desarrollar un curso semestral en la Facultad de Química de la Universidad de San Marcos, de Lima.

CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL SEGURA

El Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, que tiene su sede en Murcia, participará en la «1.ª Semana Internacional de la Naranja», que se ha de celebrar en Valencia, del 10 al 17 de noviembre próximo, especialmente invitado por su Comisario General.

* * *

Ha visitado este Centro el Prof. Oberholzer, Decano de la Facultad de Agronomía de Pretoria, República Sudafricana. Recorrió las instalaciones, dependencias y laboratorios, y se interesó por las experiencias en curso. También procedió a la visita de la finca experimental, así como de otras ubicadas en la Huerta de Murcia, dedicadas al cultivo de Citrus y asesoradas por el Centro de Edafología.

* * *

El Prof. Octavio Carpena Artés, director del Centro, ha sido designado Miembro de la Comisión Científica Permanente de los Simposios Internacionales de «Agrochimica».

* * *

También el director de este Centro, Prof. Octavio Carpena Artés, ha sido nombrado Miembro del Comité Permanente de los Coloquios Europeos y Mediterráneos sobre el control de la alimentación de las plantas cultivadas.

V JORNADAS DE GENETICA LUSO-ESPAÑOLAS

El día 24 del presente mes se clausuraron las V Jornadas de Genética Luso-Españolas, que durante tres días han reunido en la Estación Experimental de Aula Dei a un nutrido grupo de investigadores españoles y portugueses especialistas en diversos campos de la Genética.

En estas V Jornadas —presididas por el Prof. Dr. Antonio Prevosti, catedrático de Genética de la Universidad de Barcelona, y en las que ha actuado como Secretario General el Prof. Dr. Juan-Ramón Lacadena, Profesor Agregado de Genética Vegetal y Animal de la Universidad de Madrid— se han presentado más de cincuenta comunicaciones, abarcando temas de Citología; Genética y Citogenética humanas; Genética de microorganismos; Genética, citogenética y Mejora animal y vegetal, y Genética de poblaciones y cuantitativa.

En la Sesión de Clausura se nombró Presidente de la Comisión Permanente de las Jornadas para el cuatrienio 1969-1972, al Prof. Miguel Pereira Coutinho, del Instituto Superior de Agronomía de Lisboa, y fue elegido asimismo Secretario por Portugal para el bienio 1967-1970

el Prof. Abilio Fernandes, de la Universidad de Coimbra, que sustituye al En.º Agr.º Tristao Mello Sampayo, del Centro de Biología del Instituto Gulbenkian de Ciencias, Oeiras (Portugal).

Tras la sesión de clausura, los participantes asistieron a una recepción ofrecida en Cogullada por la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja. A la recepción siguió un festival de jota.

Las reuniones científicas celebradas en la Estación Experimental de Aula Dei, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, han supuesto las primicias de las que en breve se celebrarán en commemoración del XXV aniversario de la creación de dicho Centro de investigación en Zaragoza.

NOTICIAS DE LA SECCION DE MINERALOGIA DE PAMPLONA

El Dr. D. Jaime Iñiguez Herrero, Becario Honorífico de la Sección de Mineralogía de Pamplona (C. S. I. C.) ha obtenido la plaza de Profesor Agregado de Edafología de la Facultad de Farmacia de Granada.

El Dr. D. Félix Arrese Serrano, Colaborador Científico de la Sección de Mineralogía de Pamplona (C. S. I. C.) obtiene la Cátedra de Cristalografía, Mineralogía y Mineralotecnia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid.

El Dr. D. José Antonio Fernández Polo recibe el nombramiento de Profesor Agregado del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

D. Julio Rodríguez, es nombrado vocal de la Junta Directiva del Comité Nacional de la Unión Internacional de Cristalografía.

El Prof. Arrese es nombrado Secretario del Grupo de Cristalografía de la Real Sociedad Española de Física y Química.

El Dr. Fernández Polo efectuó una visita de un mes a diversos yacimientos del Pakistán y Beluchistán para reconocer las posibilidades de radioactivos de dicho país; esta tarea representa una colaboración con la Junta de Energía Nuclear.

INFORMACION SOBRE ACTIVIDADES DEL INSTITUTO DE ACLIMATACION DE ALMERIA

Botánica

Trabajos realizados por D. Rufino Sagredo. Avance en el conocimiento de la flora de Almería con el descubrimiento entre Paterna del Río y el Cerro del Almirez, de tres *Taxus baccata* L., restos de una población numerosa en otro tiempo.

Faunística. Laboratorio de Vertebrados y Ecología Animal.

Trabajos realizados por D. Antonio Cano Gea.

Captura de dos águilas perdiceras, que se conservan vivas, un aguilucho lagunero, así como 67 preparaciones en laboratorio.

Laboratorio de Entomología

Trabajos realizados por D. Antonio Cobos Sánchez, Colaborador Científico:

1. Estudio de un lote de coleópteros de las Islas Salomón, pertenecientes a la familia Eucnemidae, por encargo del Departamento de Entomología del British Museum (Natural History). El material consta de siete especies, todas las cuales han resultado ser nuevas para la Ciencia. Se prepara un trabajo sobre este estudio, para su publicación en Inglaterra.

2. Redacción y envío a Lisboa de un artículo titulado «*Décimo-octava nota sobre Brupréstidos neotropicales. Segunda especie de Xenorhipis para Sub-américa*», para su publicación en los «Arquivos do Museu Bocage».

3. Prosiguió el estudio y redacción (próximo a su fin), del trabajo sobre los 443 ejemplares de coleópteros Elateridos del Congo-Brazzaville.

Trabajos realizados por D. Francisco Suárez Egea, Ayudante Científico:

1. Estudio de un segundo lote de Mutilidos, enviados por Mr. P .M. F. Verhoeff, de Utrecht, en el que ha sido hallada una especie de *Smicromyrme*, nueva para la fauna ibérica.

2. Descubrimiento de una especie de procedencia argelina y perteneciente al género *Milluta*.

3. Ordenación y clasificación de la colección de *Chrysididae* del Centro.

Química

Trabajos realizados por D. Guillermo Verdejo Vivas, Colaborador Científico:

1. Estudios. Han proseguido los análisis y los trabajos «Sobre Fitoreguladores del Crecimiento».

Experimentación y Mejora de Plantas.

Trabajos realizados por D. Manuel Mendizábal Villalba, Director del Centro:

1. Se ha continuado el estudio sobre nuevas variedades de uva de mesa, que recientemente se han introducido y difundido por la provincia, aprovechándose las épocas de maduración y de recolección para la toma de datos económicos y botánicos.

2. Se ha comenzado un trabajo sobre la «fusariosis» de los cultivos extratempranos de la zona litoral, que en los últimos años ha adquirido una enorme importancia, siendo una de las enfermedades que más daño causa y que más difícil de combatir resulta.

RECTIFICACION

En los números 5-6 de mayo-junio de estos Anales, se publicó en la página 389 el trabajo *Variaciones en la composición y naturaleza de las sustancias húmicas de un suelo climax de «Quercus toza» Bosc. producidas por la implantación de «Pinus pinaster» Sol.*, original de D. Francisco Velasco, señalándose al final del mismo que se había recibido para publicación en 15-VII-68, cuando en realidad había tenido entrada en 1-XII-67.

La Redacción, comprobado el error, hace pública la rectificación de fechas citada para general conocimiento.

BIBLIOGRAFIA

H. KOHNKE: *Soil Physics*, 224 págs., 1968, Mc. Graw-Hill.

Constituye un libro de texto conciso, escrito especialmente para estudiantes avanzados y licenciados. Este libro es de fácil lectura, porque además de estar escrito en forma clara y precisa, carece de expresiones matemáticas difíciles. Contiene diez capítulos dedicados a los siguientes temas: agua, aire, composición mecánica, arcillas, estructura, materia orgánica, temperatura, color, y finalmente las propiedades físicas como un factor a tenerse en cuenta en el manejo del suelo. El curriculum vitae del Dr. Kohnke nos garantiza que su libro no es una simple obra de divulgación, sino que por su exposición clara y precisa constituye un muy buen texto del gran capítulo de la Edafología, al que llamamos Física del Suelo.

Después de haber leído el texto se llega a esta conclusión: el libro está escrito con gran exactitud y en una forma muy comprensible, por lo que puede ser recomendado a todas las personas que deseen interesarse en ampliar sus conocimientos edafológicos.

Es sabido que escribir un libro accesible para gran cantidad de personas es más difícil que escribir una monografía sobre un tema específico comprensible sólo para personas versadas en el tema. Por esto y por las cualidades anteriormente mencionadas, podemos desear a este libro una amplia circulación.—M. TSCHAPEK

D. P. GRIGORIEV: *Ontogeny of Minerals*, «Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1965.

Conforme se señala en la introducción del libro, todas las propiedades de los minerales —su composición química, estructura, morfología, propiedades físicas y químicas, paragénesis, distribución en la Naturaleza— están determinadas por su génesis. Y ésta tiene, además, gran importancia económica en su aplicación a los yacimientos mineros. Por tanto, todo lo que contribuya al conocimiento de la génesis mineral es científica y prácticamente interesante.

A lo largo de este libro se comprueba con numerosos ejemplos, magníficamente descritos, cómo el mineral es una especie dinámica, con crecimientos, transformaciones, cambios, etc., y realmente resulta en la actualidad tan interesante el conocimiento de los problemas genéticos en Mineralogía, como el de la descriptiva de las especies.

A aquella idea o conclusión se ha llegado por imperativo de la industria minera y gracias a los nuevos conocimientos de génesis mineral. Los

fenómenos básicos que constituyen ésta se señalan en la página 11, al tiempo que se hizo una historia del desarrollo de la ontogenia mineral.

Los grandes capítulos del libro se refieren a: génesis de minerales individuales, crecimiento de minerales individuales, alteración de minerales individuales y génesis de agregados minerales. Además de una abundantísima bibliografía (22 págs.) y un índice de las especies minerales estudiadas. Si observamos este último nos percataremos de las numerosas referencias dedicadas a baritina, calcita, fluorita, galena, yeso, hematites, moscovita, pirita, cuarzo, esfalerita y turmalina, prueba del interés de estos estudios genéticos minerales y que el autor recoge, a lo largo de las 250 páginas de la obra; la cual está ilustrada con 195 figuras, muchas de ellas realmente demostrativas, en especial cuando están tomadas de ejemplares naturales, tanto macroscópicamente como microscópicamente.—DR. JUAN ALONSO.

GUNNAR LARSEN y GEORGE V. CHILINGAR: *Diagenesis in Sediments*, Elsevier Publ. 1967.

Corresponde esta obra al volumen 8 de la serie Developments in Sedimentology, publicada por Elsevier, y de la cual G. Larsen y G. V. Chilingar son los compiladores y autores, además, de la Introducción y dos capítulos de los doce de que consta el libro.

Este tiene 551 páginas, de las que 11 son de índice nominal y 14 de índice de materias. La bibliografía figura al final de cada capítulo.

Ya he indicado cómo los diversos capítulos son obra de diversos y muy cualificados autores, refiriéndose a: fases de diagénesis y autigénesis, diagénesis de areniscas, diagénesis en arcillitas, ídem en rocas carbonatadas, la sílice como agente diagenético, diagénesis de la materia orgánica, ídem del carbón, ídem en depósitos sedimentarios minerales, ídem de aguas subterráneas, soluciones intersticiales y diagénesis en sedimentos, y el último, por Larsen y Chilingar, es una breve síntesis o conclusión a propósito de la diagénesis.

Aunque el término «diagénesis» cumple en este año 1968 su centenario (introducido por Von Guembel para designar un proceso que actúa sobre los sedimentos, luego de su depósito), saben bien los geológos que no ha tenido actualización más que a partir de 1954, incrementándose notablemente su vigencia en estos últimos años. Tan es así, que los autores dándose cuenta de la novedad que representan muchos de los términos usados en la obra, acompañan al fin de varios capítulos un glosario en que se describen dichos términos. Esto es una de las muchas cosas destacables de esta importante obra, que nos recapitula una de las más actuales e interesantes ramas de la Sedimentología.

Desde aquí quiero brindar la idea, a los colegas sedimentólogos, de traducir o mejor adaptar al español esta terminología que tan explícitamente se nos ofrece.

Como la descripción detallada de la obra sería muy extensa, digamos que el conjunto de ella es de gran interés.—DR. JUAN 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 EDAFOLOGÍA 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 sólo 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.

Depósito Legal M. 400.-1958

Imp. Vda. de C. Bermejo.-Tel. 288 06 19

ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

Publicados por el INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA «JOSÉ M.ª ALBAREDA», 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. Sevilla.
Estación Experimental del Zaidín. Granada.
Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia. Santiago de Compostela.
Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.
Departamento de Zootecnia de Córdoba.
Departamento de Economía Agraria. Madrid.
Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.
Instituto de Aclimatación. Almería.
Instituto de Alimentación y Productividad Animal. Madrid.
Instituto «Jaime Ferrán» de Microbiología. Madrid.
Estación Agrícola Experimental. León.
Instituto de Biología Celular. Madrid.
Centro Experimental Económico-Agrario La Mayora. Málaga.
Estación Experimental y de Enseñanza La Poveda. Madrid.
Centro Pirenaico de Biología Experimental de Jaca. Huesca.

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.

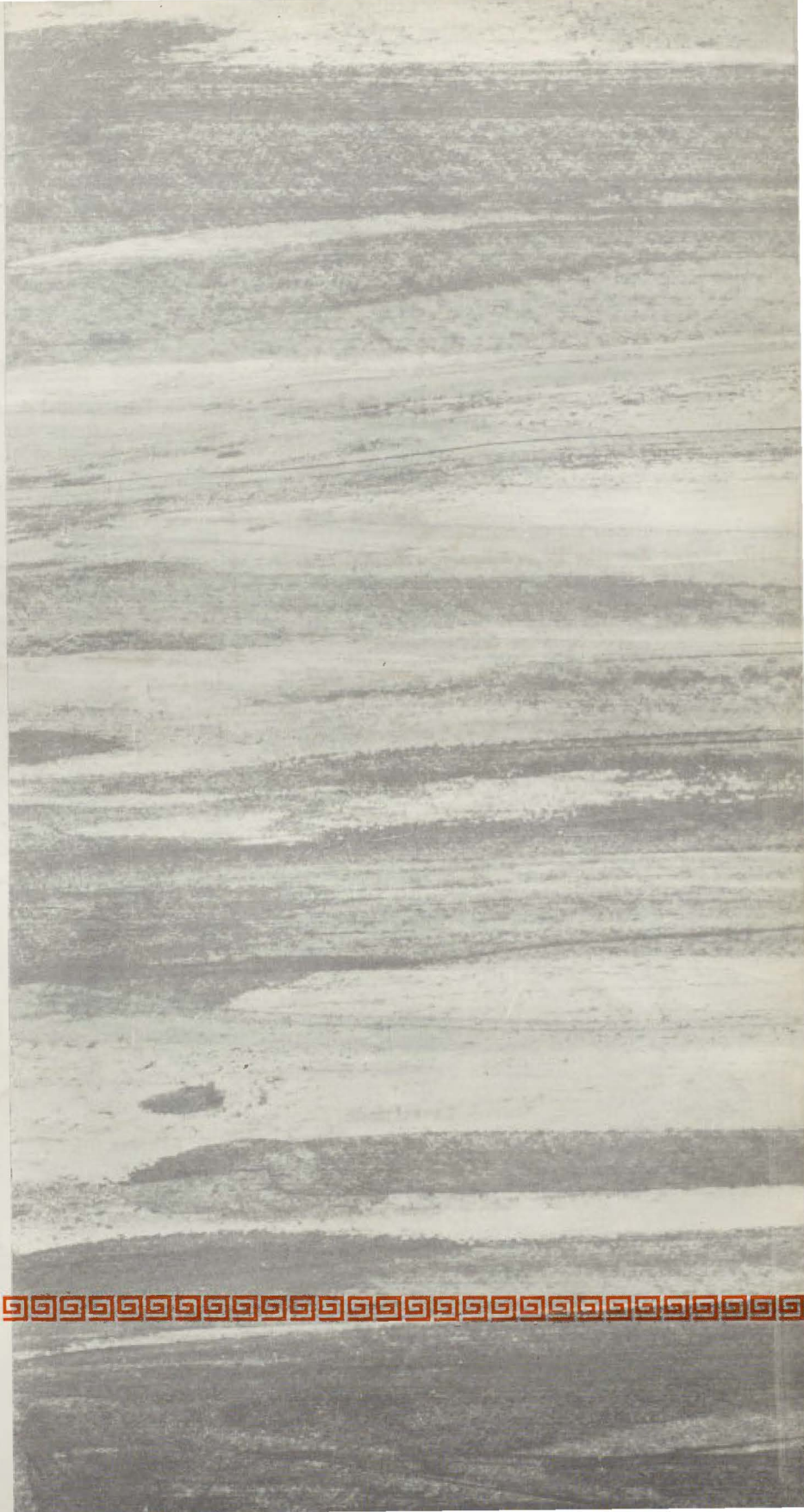
ESPAÑA:
Suscripción anual ... ... 430 ptas.
Volumen suelto ... ... 80 »

EXTRANJERO:
Suscripción anual ... ... 540 ptas.
Volumen suelto ... ... 100 »

Cada volumen contiene dos números.

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA
SERRANO, 113. MADRID-6 (ESPAÑA)



CONSEJO SVPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA