

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
Anal. Edaf. Tomo IX, Número 4. Pág. 363-474. Madrid, julio-agosto 1950

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL

Publicados por el INSTITUTO DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con la colaboración de:

Centro de Estudios del Tabaco. Sevilla.	Laboratorio de Caminos de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos.
Estación Experimental de Aula Dei. Zaragozaza.	Sociedad Española de Ciencia del Suelo.
Instituto de Aclimatación. Almería.	Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.
Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.	

Número suelto..... 20 pesetas

Suscripción anual (seis números)... 100 »

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL
Serrano, 113. Madrid (España).

TOMO IX.

NUM. 4.

SUMARIO

	Páginas
MAC EWAN, D. M. C. y AMORÓS, J. L.: La investigación rontgenográfica de las arcillas	363
HOYOS DE CASTRO, A.: Influencia de la fijación del potasio sobre la hidratación de la montmorillonita	381
VIEITEZ, E.: Notas para la flora gallega	431 /
INFORMACION	
Profesor Juan Marcilla Arrazola (†).....	441
INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL, Actividades desarrolladas durante el año 1949	445
Enseñanza e investigación agrícolas en la Gran Bretaña, por G. ALONSO DEL REAL.	454
NOTAS.—El Congreso de Amsterdam.— I Congreso Internacional de Microquímica.—Nuevo Organismo Internacional.....	466

BIBLIOGRAFÍA

Las teorías filotóxica y floral de Lucien Plantefol (469).

LA INVESTIGACION RONTGENOGRAFICA DE LAS ARCILLAS

por

DOUGLAS M. C. MAC EWAN Y JOSE LUIS AMOROS

La investigación de las arcillas es cada día más importante, no sólo en el campo de la ciencia pura, sino en el aspecto técnico de las mismas. Por tal motivo, las técnicas rudimentarias que se empleaban al principio han sido, paulatinamente, insuficientes para las necesidades cada vez mayores de exactitud y rapidez, y han tenido que ir modificándose en consecuencia con aquéllas.

Dos son las técnicas mejor desarrolladas en el camino de la identificación de los materiales arcillosos: el análisis térmico y el método röntgenográfico. En el momento actual no se puede decir que una sea mejor que la otra, sino tan sólo que ambas se complementan y, por tanto, se necesitan mutuamente. Según ello, tan sólo con el empleo conjunto de ambas técnicas puede lograrse una visión adecuada y completa de las muestras en estudio. En este trabajo expondremos únicamente la técnica röntgenográfica, con aquellas otras auxiliares que se requieren para obtener buenos diagramas. En todo caso, las técnicas reseñadas son solamente las que se emplean en la Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts (Inglaterra), donde está encargado de la investigación röntgenográfica uno de nosotros (D. M. C. M.), y en donde pudo aprenderlas, gracias a una pensión del Patronato Juan de la Cierva, del Consejo Superior de Investigaciones, el otro coautor (J. L. A.)

A). PREPARACIÓN DEL MATERIAL

El material arcilloso, tal como se presenta en la naturaleza, presenta muchos inconvenientes para su empleo inmediato en la obtención de röntgenogramas. Por una parte, abundante material orgánico, que impedirá el logro de buenos diagramas; por otra, los óxidos de hierro, que no sólo son muy absorbentes, sino que producen abundante radiación fluorescente, que ocasionará la aparición de gran fondo, con lo que el diagrama pierde finura. Por último, no todas las muestras poseen tamaños uniformes de grano, ni aquéllos son los más apropiados para la manipulación röntgenográfica. En consecuencia, el material debe someterse a una serie de operaciones previas que conduzcan a: 1), eliminar los materiales orgánicos; 2), eliminar el «hierro libre»; 3), elegir el tamaño de grano apropiado.

1) *Materiales orgánicos.*—La mejor forma de eliminar los materiales orgánicos de una muestra arcillosa es hervirla durante unas dos horas con una disolución acuosa de agua oxigenada. El modo de operar es como sigue:

La cantidad de arcilla que se juzgue necesaria para preparar las muestras adecuadas se coloca en un pequeño vaso de forma alta (para evitar que la masa de espuma que se forma se desborde). De él, se llena una cuarta parte con una solución de 20 vols. de agua oxigenada y se calienta al baño maría. Cuando la efervescencia que se produce al hacer esta adición ha desaparecido se añade un poco más de agua oxigenada, y se prosigue la operación de esta manera hasta que la efervescencia sea despreciable al añadir más disolución. El líquido se decanta, y se lava la arcilla con agua destilada en la centrífuga.

Algunas muestras que contienen óxido de manganeso (acaso también ciertas formas de óxido de hierro producen el mismo efecto) tienen una acción catalítica sobre el agua oxigenada, y la efervescencia nunca desaparece (en este caso es oxígeno lo que se desprende, en vez de anhídrido carbónico, como en el caso precedente).

El tratamiento, tal como se ha descrito, se puede utilizar siempre que la arcilla esté ya preparada previamente. Cuando es un suelo y se necesita separar la fracción arcillosa será ventajoso tratar pre-

viamente la muestra durante dos horas con agua oxigenada y separar después la arcilla, que se tratará por el método ordinario.

2) *Oxidos de hierro «libre»*.—Una vez eliminada la substancia orgánica que pueda contener la muestra, se pasa a extraer el hierro «libre» que pueda contener. Un método muy bueno para este fin, y que se utiliza corrientemente en los Laboratorios de Edafología de Rothamsted, es el del hidrosulfito, tal como ha sido recomendado por R. C. Mackenzie. La técnica a seguir es sencilla y rápida.

Diez c. c. de una suspensión del 0,5 por 100, aproximadamente, de arcilla se colocan en un tubo centrifugador de 15 c. c. de capacidad. A aquella suspensión se le agregan un par de gotas de una solución del 25 por 100 de CaCl_2 para coagular la suspensión.

La arcilla en el tubo de centrifugar se agita con 10 c. c. de una solución fresca de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ al 4 por 100 y se calienta durante cinco minutos entre los 40° y 50° C. Se centrifuga, y el centrifugado se guarda si se quiere determinar el hierro presente. La arcilla se redispersa a seguido en 10 c. c. de una solución de CIH 0.05N, calentada a 40° C. durante un par de minutos. Se vuelve a centrifugar, y el centrifugado se guarda, pero en recipiente aparte del recogido después del tratamiento por hidrosulfito (pues en caso contrario se precipitaría el azufre, impidiendo la determinación del hierro).

Para extraer completamente el hierro de la arcilla son, generalmente, suficientes tres o cuatro tratamientos como el indicado. Téngase en cuenta que después de cada tratamiento con hidrosulfito o ácido clorhídrico, debe lavarse la muestra con abundante agua destilada y centrifugar después de cada lavado. Con ello se evitará la precipitación del azufre sobre la arcilla, que de otra forma impediría la ulterior dispersión de la muestra, así como ocasionaría daños al diagrama por la obtención de las líneas y bandas del azufre coloidal.

La arcilla, finalmente, se lava con dos porciones de 10 c. c. de $\text{ClNa}\cdot\text{N}$, añadiéndose estos lavados, una vez centrifugados, al extracto de CIH. Si se procede a la separación por tamaños (utilizando el método descrito a continuación o cualquier otro), después del tratamiento con hidrosulfito será necesario lavar cuidadosamente la arcilla para lograr el máximo grado de dispersión. El método más efectivo es lavar con alcohol del 70 por 100 hasta no reconocer iones Cl^- mediante adición de una gota de NO_3Ag al líquido. Se necesita también poner mucho cuidado en desagregar completamen-

tè los grupos que se forman. Ello se puede llevar a cabo por simple acción mecánica, utilizando una varilla de vidrio cubierta de goma o un dispersador giratorio.

Con ello, la muestra de arcilla es ya apta para el tratamiento final: la separación por tamaño de grano. No obstante, antes de proceder a esta última operación, o independientemente de ella, es conveniente determinar la cantidad de hierro de la muestra. Los extractos del centrifugado se calientan al baño maría durante quince a veinte minutos, añadiéndose después, a los que contienen hidrosulfito, 10 c. c. de una solución de agua oxigenada de 20 volúmenes, y a los que contienen clorhídrico, solamente unos 5 c. c. Esto se hace para destruir el hidrosulfito que pudiera existir en el extracto clorhídrico. Una vez calentados durante una media hora, los extractos se combinan, se evaporan, hasta tener un volumen adecuado de unos 100 c. c. Una parte alícuota de dicha solución (2 a 20 c. c.) se utiliza en la determinación colorimétrica del hierro.

3) *La separación por tamaños.*—Una vez las materias orgánicas han sido eliminadas y la arcilla queda libre de óxidos de hierro, es conveniente tratar la muestra de tal forma que logremos separar por tamaños los elementos que integran la muestra. Esto es así porque muchas veces ocurre que la composición mineralógica varía, si no cualitativamente, al menos cuantitativamente con el tamaño del grano.

El mejor método para lograr esta separación es centrifugando la muestra, y se puede aplicar muy cómodamente mediante el empleo de la técnica de los dos niveles de Marshall (2), modificada por Mac Ewan (1).

En esta operación se utilizan unos recipientes especiales de centrifugado, contruídos con perspex (polimetilmetacrilato), tal como puede verse en las figuras 1-4. El esquema de la figura 5 ilustra algo más cómo son estos recipientes. Están contruídos por tres piezas: un depósito (*a*), un tubito (*b*) y una base (*c*). Para armar el recipiente, el tubito *b* se encaja en la entalladura de la base *c*, y ésta se enrosca a la cabeza *a*. La parte cónica del depósito (marcada con *d*) se llena con unos 25 c. c. de una solución acuosa de glicerina al 40 por 100, sobre la cual se vierten, con sumo cuidado, unos 20 c. c. de dispersión de arcilla al 2-5 por 100. Para evitar efectos nocivos del chorro, se usa para depositar la dispersión de arcilla una pipeta, cuya punta ha sido curvada casi 90° de la posición na-

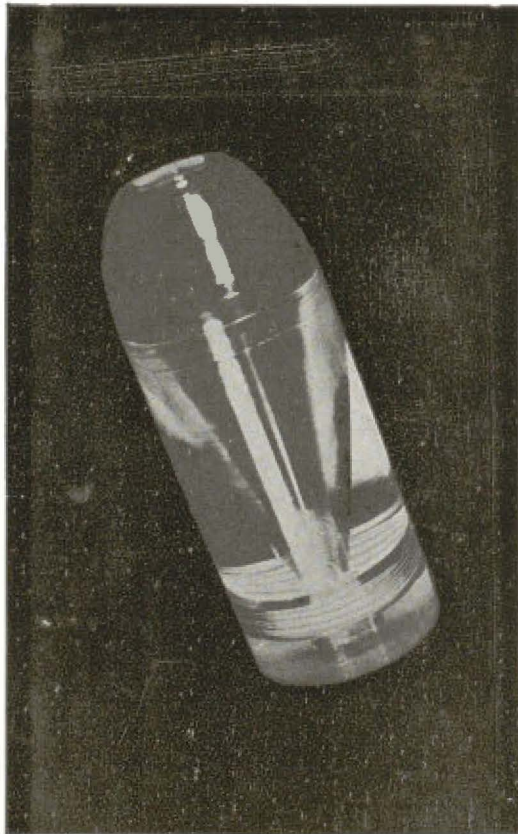


FIG. 1
Vasija de centrifugar, vista de conjunto.

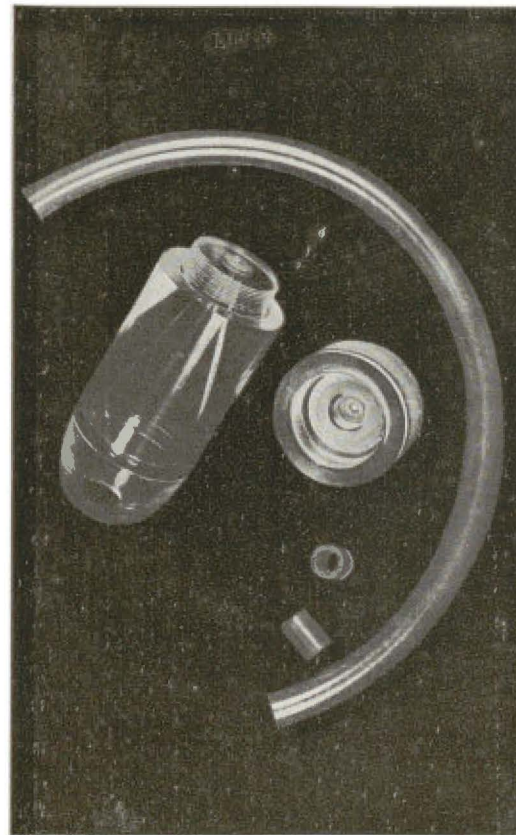


FIG. 2
Vasija de centrifugar, con tubo para el sedimento y un trozo de tubo de alcateno del cual se cortan pequeñas porciones.



FIG. 3
Base del tubo de centrifugar y cabeza, con el tubito
para recoger el sedimento en posición.

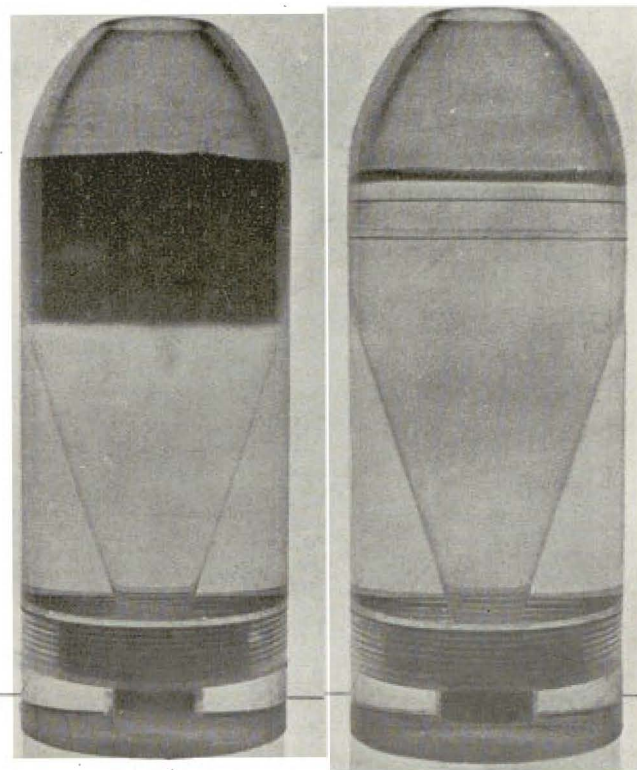


FIG. 4
Vasija para centrifugar con suspensión de arcilla, antes (izquierda)
y después (derecha) del centrifugado.

tural. Cuando se toman estas precauciones, ambos líquidos quedan perfectamente separados. No hace falta pesar los recipientes, pues si se han puesto las mismas cantidades de líquidos ya quedan contrabalanceados y la centrifugación puede empezarse en seguida. Se centrifuga durante tres a cinco horas a máxima velocidad (unas 4.000 a 6.000 revoluciones por minuto).

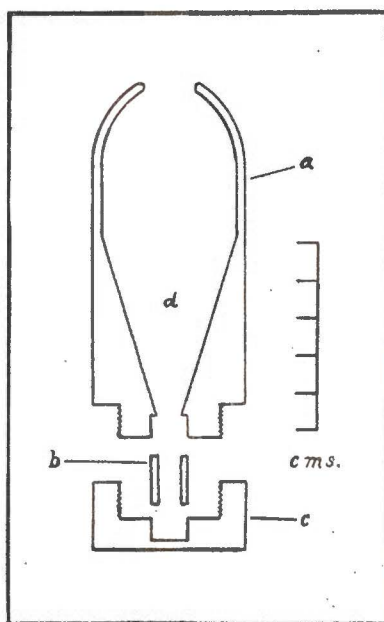


FIG. 5.

Esquema de la vasija de centrifugar.

Terminada la centrifugación, se vacía el recipiente y se separa el tubito *b*, que contendrá toda la arcilla en él. Para sacarla, se usa un émbolo formado por un tubo de vidrio de radio exterior igual al interior del tubito *b*, con un disco de papel como base, y la arcilla va saliendo, si se presiona con cuidado, como un cilindro macizo. Este cilindro se va cortando a rebanadas con una hoja de afeitar. Las rebanadas, que tendrán 1-2 milímetros de grueso, se van colocando, por orden, en el borde de un vidrio de reloj para ulterior empleo.

B) OBTENCIÓN DE PREPARADOS PARA RÖNTGENOGRAFÍA

Los preparados para inmediato empleo en estudios por rayos X pueden ser de dos tipos diferentes: en uno, el preparado no tiene orientación alguna (*preparado de polvo*); en otro, se tiende a que todas las partículas arcillosas se dispongan de tal manera que tengan paralelos sus planos basales (*agregados orientados*).

De los primeros se obtienen diagramas ricos en líneas de índice general, útiles para la determinación de micas, por ejemplo. De los segundos, los diagramas obtenidos son extremadamente curiosos, conteniendo casi exclusivamente los órdenes sucesivos de las reflexiones basales de los minerales que forman la muestra. Estos diagramas son excepcionalmente interesantes para determinar montmorillonita y otros minerales que, por presentarse en débiles proporciones, pueden quedar enmascarados y pasar desapercibidos en un diagrama de polvo normal. Vamos, pues, a describir la obtención de cada uno de estos tipos de preparados.

1) *Preparado de polvo (sin orientación)*.—Aunque es fácil obtener buenos preparados llenando con polvo tubitos de vidrio de Lindemann, la índole especial de las muestras, tal como se obtienen después de las operaciones previamente descritas, aconseja obtener preparados en forma de rollitos, que se puedan centrar en la cámara. Para fabricarlos se coge un trozo de una de las rebanadas que hemos colocado en el vidrio de reloj y se enrolla, mediante la presión suave de los dedos, sobre la palma de la mano. Cuando se ha logrado un cilindrito de tamaño adecuado, se coloca éste sobre un vidrio plano y se vuelve a enrollar mediante otro vidrio plano móvil. Para lograr el radio apetecido, el vidrio plano que sirve de base llevará pegadas unas tiras de celuloide del mismo espesor que se desee para el diámetro del cilindrito de arcilla. Medio milímetro es un tamaño adecuado y recomendable, porque da suficiente estabilidad al preparado. Una vez obtenido éste, se seca y se monta en la cámara. A veces, es necesario emplear algo de goma tragacanto disuelta para dar mayor consistencia al preparado. En este caso, la arcilla se amasa previamente con la solución gomosa.

En realidad, con las arcillas es muy difícil obtener buenas muestras verdaderamente desorientadas. Las partículas se orientan y ordenan tan fácilmente que cualquier técnica de agregación conduce a

la obtención de un cierto grado de orientación. Así, con sólo relleñar un tubito, se produce una orientación con los planos basales perpendiculares al eje de la muestra, simplemente por la acción de apretarlas dentro del tubito. Cuando se enrollan sobre un vidrio plano se produce el tipo de orientación contrario, pero no tan marcadamente como en los agregados orientados propiamente dichos, que a continuación describimos.

2) *Agregados orientados.*—La obtención de preparados orientados requiere una técnica especial.

La mitad de una de las rebanadas obtenidas después del centrifugado por el método de Mac-Ewan, se dispersa en 1-2 c. c. de agua destilada. Mientras tanto, se coge un portaobjetos de los empleados en microscopia y se extiende sobre él una delgada película de perspex. Esta película se logra evaporando una delgada capa de solución de perspex en cloroformo. Sobre el porta, así preparado, se coloca un tubo plástico de un centímetro de diámetro, de altura de un centímetro. Este tubo tendrá la parte inferior embadurnada de vaselina para evitar las fugas de agua.

En el recipiente así formado, se vierte la dispersión de arcilla, y todo ello se introduce en un desecador con pentóxido de fósforo, al cual se le evacua, y se espera hasta la total evaporación del agua. Cuando ésta se ha logrado, el preparado se presenta como una escama en el fondo del tubo. Se quita éste, y la escama, que habrá quedado adherida al perspex, se corta en finas tiras de medio a un milímetro de ancho. Una de estas tiras, de medio centímetro de longitud, se monta sobre una fibra de vidrio Lindemann con una gota de glicerina y se lleva a la cámara. El diagrama se obtendrá, para obtener el máximo efecto de la orientación, con el preparado paralelo a la dirección del rayo incidente.

C) INVESTIGACIÓN RÖNTGENOGRÁFICA

1) *La cámara.*—La investigación röntgenográfica de las arcillas adquiere verdadero valor cuando se pueden determinar con facilidad grandes espaciados (del orden de 30 a 15 Å). Por tanto, una cámara ordinaria para método de polvo tiene poca o ninguna utilidad.

MacEwan ha diseñado y construido una cámara en la que se resuelven estos inconvenientes mediante el empleo de un colimador

especial, gracias al cual logra dejar libre el fondo de la cámara, sin el molesto eliminador del rayo, tan corriente en las cámaras ordinarias. El colimador es del tipo de ranura, y la figura 6 es suficientemente elocuente para tener que describirlo. Gracias a este dispositivo se logra que el rayo primario tenga poca divergencia y pueda pasar, sin más, a través de una ranura de 1,5-2,5 milímetros practicada en la misma película. El fondo de la cámara ha sido también modificado en orden de evitar que las posibles reflexiones del haz primario puedan herir la película. El rayo, por otra parte, es siempre visible gracias a una pantalla fluorescente colocada en el camino del rayo. Para garantizar una suficiente protección del observador, un vidrio plomizo cierra el paso al rayo. La cámara, por otra parte, puede evacuarse o llenarse de hidrógeno, pues de otra forma, la difracción por el aire enmascararía las débiles reflexiones de pequeños θ .

2) *Los diagramas.*—Debido a que, como hemos dicho, los diagramas que se obtienen con preparado orientado o sin orientar son diferentes, es necesario, si se quiere tener un conocimiento completo de la muestra, una serie de diagramas. Ante todo, uno con el preparado orientado y otro con el de polvo, tanto de la porción fina cuanto de la gruesa de la muestra en estudio. Si las diferencias son apreciables, deben obtenerse otros diagramas de porciones intermedias. También es conveniente obtener un diagrama girando el preparado orientado. En este caso, en el mismo cliché obtendremos el diagrama típico para material orientado y una variante del de polvo, diagrama que puede ser útil para diferenciar algunas rayas que sean difíciles de interpretar.

Una vez obtenidos los diagramas señalados, los preparados orientados se calientan durante un par de horas a 500 C., y se vuelven a estudiar con los rayos X. La desaparición de rayas servirá para la definitiva identificación de algunos materiales que, como el caolín y las cloritas, tienen rayas muy semejantes.

Generalmente será ventajoso emplear para las fotografías obtenidas a temperatura ordinaria, muestras tratadas con glicerina. En este caso, la muestra no se puede calentar. Por tanto, deberá usarse otra idéntica, pero sin tratamiento previo de glicerina. En algunos casos será útil obtener fotografías a temperatura ordinaria con agregados orientados, tratados y sin tratar con glicerina.

3) *Interpretación de los diagramas.*—La identificación de los minerales de las arcillas se lleva a cabo mediante la técnica corriente

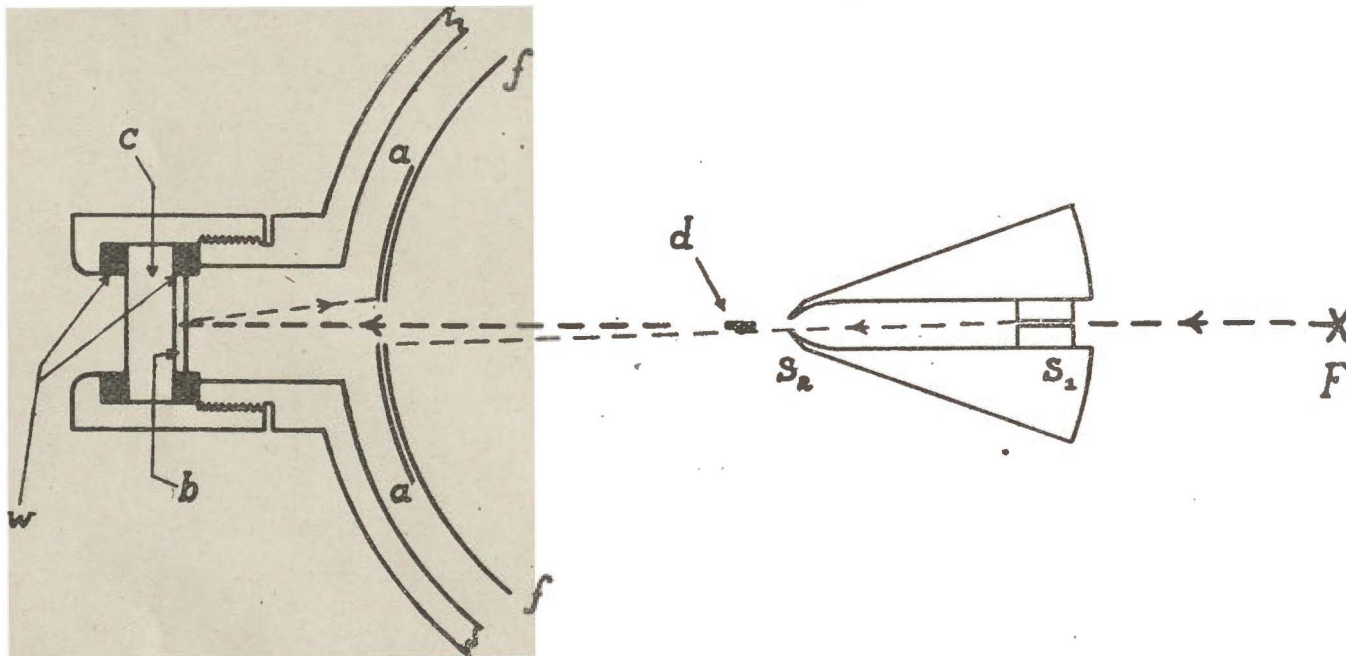


FIG. 6

Esquema de la cámara de Mac Ewan.

F. Foco del tubo de rayos X.—*S₁*. Apertura del colimador.—*S₂*. Segunda apertura para proteger la película contra los rayos secundarios.—*d.* Preparado.—*ff.* Película.—*aa.* Laminita de plomo para proteger la película contra los rayos reflejados por el vidrio *c.*—*b.* Pantalla fluorescente.—*c.* Vidrio plomizo.—*w.* Anillo de goma para cerrar las juntas.

en el análisis de polvo cristalino: el paulatino desglose de las líneas del diagrama. Desgraciadamente no existe ningún conjunto completo de datos para la interpretación de tales rayas. El *Clay Minerals Group* de la Sociedad de Mineralogía Británica ha anunciado la intención de publicar una monografía sobre la determinación de los constituyentes de las arcillas. Es de esperar, pues, que prontamente podamos disponer de valiosos datos, que facilitarán grandemente el trabajo en tan intrincado campo.

Entretanto, y por creerlo de utilidad, reproducimos a continuación una serie de datos recogidos de diferentes trabajos.

Rothamsted Experimental Station.

C U A D R O I

Reflexiones basales de la montmorillonita glicérica y otras reflexiones que aparecen en fotogramas de arcillas obtenidas con agregados orientados, tratados con glicerina, y efecto del calentamiento a 500° C. (según D. M. C. MacEwan, 1946, J. Soc. Chem. Ind. 65: 298, modificado y ampliado).

d.	Orden	M I N E R A L	Intensidad	Efecto de calentar a 500° C.
17.7	1	Glicerol-montmorillonita	ff	se desplaza hasta los 9.4-10.0 A.
14.0	1	Clorita	ff-m	queda sin cambiar.
	1	Vermiculita	ff	se desplaza hasta los 9.4-10.0 A.
10-14	1	Hidrobiotita (y micas intermedias)	ff-m (difusa)	se desplaza hasta los 10 A.
11.6-12 2		Sepiolita	ff	se desplaza hasta los 10.3 A (H. Longchambon, C. R. 200,949)
11.0	1	Glicerol-haloisita	ff	desaparece.
10.8		Paligorskita	f	se hace difusa de 9-11 A (H. Longchambon, C. R. 204,55).
10.2		Attapulgita	f	queda sin cambiar (?).
10.0	1	Micas e hidromicas; ilita	f	queda sin cambiar.
9.2	1	Talco	md	queda sin cambiar.
9.1	1	Pirofilita	md-d	queda sin cambiar.
8.85	2	Glicerol-montmorillonita	f	se desplaza.
7.3	1	Antigorita, crisotilo... ..	ff	queda sin cambiar.
7.2	1	Caolín, metahalosisita	ff	desaparece.
				sin cambiar, pero puede hacerse más débil o desaparecer.
7.0	1	Clorita	ff-f	aparecer.
	2	Vermiculita	m	se desplaza.
6.1	1	Boehmita	ff	desaparece.
5.9	3	Glicerol-montmorillonita	m	se desplaza.
5.0	2	Micas e hidromicas (grupo I)	mf	queda sin cambiar.
	2	» » (grupo II)	dd-o	queda sin cambiar.
4.67	3	Clorita	ff-mf; d-o	sin cambiar, más débil, o desaparece.
4.60	2	Talco	dd-o	queda sin cambiar.
4.56	2	Pirofilita	d	queda sin cambiar.
4.33	4	Glicerol-montmorillonita	mf	se desplaza.
3.60	3	Glicerol-haloisita	ff	desaparece.
3.64	2	Antigorita, crisotilo... ..	ff	queda sin cambiar.
3.60	2	Caolín, metahalosisita	ff	desaparece.
3.54	5	Glicerol-montmorillonita	mf	se desplaza.
3.50	4	Clorita	ff	sin cambiar, pero se hace más débil o desaparece.
		Vermiculita	m	se desplaza.
3.33	3	Micas e hidromicas	ff	queda sin cambiar.
3.06	3	Talco	ff	queda sin cambiar.
3.04	3	Pirofilita	ff-f	queda sin cambiar.
2.95	6	Glicerol-montmorillonita	mf	se desplaza.
2.80	5	Clorita	dd-d	sin cambiar, pero se hace más débil o desaparece.
2.53	7	Glicerol-montmorillonita	d	se desplaza.
2.50	4	Micas e hidromicas	d	queda sin cambiar.
2.27	4	Pirofilita	dd	queda sin cambiar.
2.21	8	Glicerol-montmorillonita	d	se desplaza.
2.00	5	Micas e hidromicas	mf-m	queda sin cambiar.
1.968	9	Glicerol-montmorillonita	d	se desplaza.

Las micas del grupo I corresponden generalmente a las dioctaédricas; las del grupo II, a las trioctaédricas.

Se desplaza quiere decir que la línea en la posición indicada desaparece pero aparece una nueva en posición diferente.

CUADRO II

Espaciado e intensidad de las rayas de los röntgenogramas de los minerales más frecuentes en las arcillas

Clorita:	1.996 ff	1.470 d	0.850 m
13.68 ff	1.873 md	1.437 m	0.838 f
6.941 fff	1.814 d	1.420 d	0.831 d
5.179 ddd	1.700 dd	1.355 dd	0.817 ff
4.646 ff	1.653 dd	1.333 d	0.813 md
3.871 ddd	1.558 f	1.293 m	0.793 m
3.505 fff	1.539 f	1.176 m	0.7915 dd
3.085 ddd	1.505 md	1.153 m	0.785 dd
2.815 m	1.464 ddd		0.783 m
2.681 ddd	1.407 md		
difusa } m		Diaspora:	Kerolita:
2.589 } m	Amesita:	$Al_2O_3 \cdot H_2O$	$MgO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$
2.426 d	6.927 ff	4.58 md	4.619 d
2.374 ddd	4.529 ddd	3.92 ff	2.499 d
2.248 dd	3.832 d	3.21 d	2.154 dd
2.196 ddd	3.469 fff	2.81 d	1.877 dd
2.057 ddd	2.733 ddd	2.53 f	1.720 d
1.993 ff	2.605 dd	2.295 ff	1.522 f
1.869 d	2.467 mf	2.11 ff	1.450 dd
1.813 d	2.315 d	2.06 ff	1.305 f
1.686 dd	2.112 d	1.90 dd	1.267 dd
1.651 dd	1.995 ddd	1.80 m	
1.560 f	1.920 f	1.705 m	Saponita:
1.535 ff	1.748 md	1.62 ff	4.51 f
1.498 d	1.685 ddd	1.525 d	4.06 m
1.460 ddd	1.596 d	1.475 mf	3.01 m
1.412 d	1.529 m	1.42 mf	2.54 f
	1.494 ddd	1.365 mf	2.45 d
Proclorita:	1.456 md	1.33 md	1.74 m
13.621 m	1.398 md	1.28 md	1.52 f
6.898 ff		1.24 md	1.32 m
5.124 ddd	Calcita: Ca CO₃	1.20 md	1.29 m
4.646 m	3.84 m	1.17 m	1.155 d
3.858 dd	3.02 ff	1.14 d	1.050 d
3.480 fff	2.49 f	1.09 md	1.000 m
2.797 md	2.272 f	1.06 md	
difusa } m	2.082 f	1.04 md	
2.546 } m	1.914 ff	1.002 md	Sepiolita:
2.442 md	1.866 ff	0.998 md	$2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O$
2.373 md	1.618 d	0.971 m	4.503 m
2.259 d	1.595 m	0.954 m	4.183 m
2.206 ddd	1.515 f	0.919 d	3.728 mf
2.061 ddd		0.902 dd	
		0.877 m	
		0.861 m	

3.330 ff	Nontronita :	1.254 dd	1.740 ff
3.061 d		1.236 dd	1.676 d
2.821 d	(OH) ₄ Fe ₂ SiMgSi ₄ O ₁₀	1.142 d	1.618 d
2.637 md	15.4 ff		1.489 f
2.525 ff	4.56 ff		1.466 d
2.202 f	3.11 dd	Dickita :	1.372 m
1.992 d	3.03	(OH) ₄ Al ₂ Si ₂ O ₅	1.282 dd
1.803 d	2.64 f		1.270 d
1.704 m	2.56	7.14 ff	
1.625 md	2.43 d	4.45 f	Beidelita :
1.586 md	1.715 d	4.13 f	(OH) ₄ Al ^{1/2} Si ₂ O ₅ ·(HO) ₂
1.548 d	1.668	3.78 m	15.1 ff
1.515 f	1.518 ff	3.57 ff	5.03 f
1.464 md	1.318 dd	3.43 d	4.45 ff
1.310 f	1.300	3.27 ddd	3.02 ff
1.289 f	1.258 dd	3.10 d	2.60
		2.93 d	2.49 ff
Haloisita :		2.78 d	2.38
Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 4H ₂ O	Pirofilita :	2.56 m	2.240 d
10.1 ff	(OH) ₂ Al ₂ Si ₄ O ₁₀	2.51 f	2.164 dd
4.42 fff	8.97 md	2.39 d	2.090 dd
3.34 ff	4.97 dd	2.33 ff	1.890 dd
2.56 f	4.53 m	2.21 d	1.694 m
2.36 m	4.12 d	2.10 ddd	1.654 m
2.23 dd	3.85 dd	1.97 f	1.488 ff
2.06 ddd	3.34 md	1.89 dd	1.284 m
1.678 f	3.037 ff	1.85 d	1.241 m
1.481 ff	2.761 dd	1.79 d	0.970 dd
1.283 mf	2.655 dd	1.65 f	0.862 dd
1.232 mf	2.52 d	1.55 m	
1.105 d	2.400 md	1.485 f	Talco :
1.021 dd	2.287 d	1.460 ff	(SiO ₃) ₄ Mg ₃ H ₂
0.968 dd	2.142 dd	1.430 dd	8.94 m
0.958	2.071 dd	1.395 dd	5.05 dd
0.855 d	2.044 dd	1.373 dd	4.57 d
0.838 dd	2.013 dd	1.316 f	3.82 dd
	1.881 dd	1.288 ff (d)	3.37 d
Metahalosita;	1.828 md	1.234 d	3.06 ff
(OH) ₄ · Al ₂ Si ₂ O ₅	1.801 dd	1.190 md	2.86 dd
7.475 ff	1.681 d		2.702 dd
4.42 fff	1.636 md	Nacrita	2.560 dd
3.63 ff	1.621 dd	(OH) ₄ Al ₂ Si ₂ O ₅	2.449 m
2.56 f	1.567 ddd		2.312 dd
2.36 m	1.522 dd	7.15 ff	2.188 dd
2.23 dd	1.503 dd	4.42 f	2.081 dd
2.06 ddd	1.485 md	4.16 m	2.039 dd
1.678 f	1.463 dd	3.59 ff	1.920 ddd
1.481 ff	1.432 dd	3.38 d	1.850 d
1.283 mf	1.419 dd	3.07 d	1.701 dd
1.232 mf	1.377 md	2.54 m	1.664 d
1.105 d	1.362 md	2.416 ff	1.652 dd
1.021 dd	1.344 dd	2.305 ff	1.632 dd
0.968	1.328 dd	2.100 m	1.544 d
0.958 dd	1.307 d	1.922 m	1.515 md
0.855 d	1.283 dd	1.798 m	1.499 dd
0.838 dd	1.264 d		

1.461 dd
1.446 ddd
1.405 d
1.37 md
1.327 d-dd
1.313 dd
1.289 d
1.263 ddd
1.230 dd
1.179 ddd
1.165 ddd
1.112 ddd

Kaolinita:



7.15 ff
4.46 ff
4.17 f
3.86 m
3.61 ff
3.36 d
3.09 dd
2.782 dd
2.570 f
2.502 f
2.355 ff
2.297 f
2.205 dd
1.996 m
1.953 d
1.848 d
1.794 d
1.670 ff-dif.
1.623 m
1.591 dd
1.547 d
1.493 f
1.455 dd
1.396 dd
1.375 dd
1.344 m
1.311 m
1.287 m
1.243 m dif.

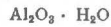
Hidrargilita:



4.185 f
3.97 f
3.45 ff
3.09 d
2.96 m
2.49 dd
2.27 fff

2.14 m
2.06 m
1.95 mf
1.91 mf
1.85 m
1.735 m
1.685 m
1.625 m
1.52 m
1.405 ff
1.363 f
1.32 d
1.284 mf
1.215 dd
1.18 f
1.151 m
1.115 d
1.095 d
1.061 dd
1.002 d
0.978 dd

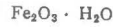
Boehmita:



6.92 fff
6.06 fff
3.30 mf
3.14 fff
2.94 dd
2.60 md
2.41 mf
2.33 fff
2.05 m
1.99 d
1.84 fff
1.77 md
1.66 mf
1.61 d
1.53 m
1.45 f
1.435 dd
1.385 m
1.31 f
1.225 ddd
1.21 ddd
1.18 md
1.16 md
1.13 m
1.12 dd
1.045 md
1.03 md
0.986 ddd
0.95 md
0.93 d
0.925 md

0.911 md
0.904 md
0.892 md
0.869 m
0.860 m
0.832 mf
0.828 mf
0.818 md
0.811 dd
0.802 mf
0.792 md

Goethita:



5.165 dd
4.58 dd
4.15 ff
3.73 dd
3.40 dd
2.965 dd
2.685 fff
2.59 dd
2.445 fff
2.35 dd
2.245 d
2.19 f
2.00 dd
1.92 dd
1.805 dd
1.72 ff
1.69 d
1.665 d
1.605 d
2.565 ff
1.515 m
1.46 f
1.36 m
1.315 m
1.29 dd
1.265 dd
1.20 dd
1.15 d
1.145 d
1.125 m
1.10 dd
1.065 d
1.055 m

Crisotilo:



7.364 ff
4.431 mf

3.658 fff
2.571 ff
2.424 ff
2.089 mf
1.729 mf
1.522 fff
1.301 f
1.187 ddd
1.039 dd
0.985 m
0.881 md
0.761 d
0.727 d

Serpentina:



7.375 m
4.594 ff
4.011 (?) dd
3.668 m
2.457 ff
2.121 dd
1.717 m
1.520 ff
1.306 f
1.040 ddd
0.990 md
0.878 d
0.761 ddd
0.728 ddd

Antigorita:

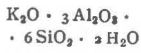


7.355 ff
4.668 md
3.641 ff
2.548 fff
2.186 f
1.845 d
1.794 md
1.583 f
1.553 f
1.326 mf
1.273 md
1.160 dd
1.061 d
1.005 md
0.979 d
0.897 d
0.859 ddd
0.831 dd
0.778 d
0.743 d

Picrolita:	1.23 ddd	1.253 m	2.41 d
7.364 ff	1.21 d	1.225 dd	2.240 dd
4.624 md	1.20 dd	1.196 m	2.155 dd
3.641 ff	1.185 md	1.178 m	1.905 dd
2.513 fff	1.175 ddd	1.150 d	1.708 m
2.168 mf		1.080 m	1.682 ff
1.833 d		1.044 d	1.497 m
1.774 md	Hematites:	1.015 dd	1.247 m
1.566 f	Fe ₂ O ₃	0.961 d	0.970 dd
1.534 f	Hidrohematites	0.897 dd	0.863 dd
1.448 ddd	Fe ₂ O · nH ₂ O (n = 0-4)	0.815 dd	
1.311 m		0.791 dd	
1.251 d	3.56 d		
1.203 ddd	2.90 d	α-Cristobalita:	
1.167 ddd	2.72 dd	SiO ₂	
1.145 ddd	2.63 f	5.00 dd	
1.055 dd	2.54 ddd	4.05 fff	
1.000 md	2.47 m	3.15 m	
0.970 ddd	2.39 ddd	2.85 m	
0.864 d	2.17 d	2.48 ff	
0.833 dd	2.00 ddd	2.35 ddd	
0.775 dd	1.85 ddd	2.20 dd	
0.751 ddd	1.81 m	2.025 dd	
0.738 ddd	1.67 f	1.933 d	
	1.62 dd	1.873 d	
	1.58 d	1.747 ddd	
Lepidocrocita:	1.47 m	1.695 dd	
FeO · OH y Fe ₂ O ₃ · H ₂ O	1.44 m	1.612 m	
5.95 f	1.30 m	1.574 ddd	
4.05 dd-dif.	1.25 d	1.527 dd	
3.56 d	1.22 dd	1.499 dd	
3.34 dd	1.205 dd	1.430 d	
3.21 mf	1.18 d	1.397 dd	
3.06 ddd	1.555 d	1.365 dd	
2.90 ddd	1.13 d	1.338 dd	
2.67 d	1.10 d	1.301 dd	
2.43 f	1.05 m	1.278 dd	
2.32 d		1.229 dd	
2.26 ddd	Cuarzo:	1.205 dd	
2.15 ddd	SiO ₂	1.180 dd	
2.10 dd		1.115 d	
2.06 d	4.21 f	1.059 ddd	
1.92 f	3.35 ff	1.042 ddd	
1.83 d	2.45 m		
1.77 ddd	2.285 m	Montmori-	
1.72 m	2.236 d	llonita:	
1.67 dd	2.129 m	(OH) ₃ · (Al ₂ , Mg ₃) (Si · Mg	
1.55 m	1.981 m	(Ca) · Si ₄ O ₁₀	
1.52 dd	1.815 f	15.3 ff	
1.51 m	1.667 m	5.15 f	
1.44 ddd	1.539 f	4.50 ff	
1.42 d	1.447 d	3.07 ff	
1.40 ddd	1.412 dd	2.61 ff	
1.38 dd	1.376 f	2.55	
1.36 md	1.286 d		
1.26 dd			
			Gedroitsita:
			6(Mn, K) ₂ O · 50H ₂ O · 14SiO ₂ · 12H ₂ O
			3.54 m
			3.47 m
			3.26 ff
			3.11 d
			2.95 f
			2.77 d
			2.52 m
			2.42 m
			2.23 m
			2.04 m
			1.955 m
			1.84 m
			1.786 m
			1.639 m
			1.572 dd
			1.58 m
			1.484 m
			1.393 d
			1.356 f
			1.325 dd
			1.273 d
			1.182 d
			1.165 d
			1.140 d
			1.110 dd
			1.088 dd
			1.037 dd
			1.026 dd
			0.994 dd
			0.968 dd
			Biotita:
			K ₂ O · 6(Mg Fe)O · (Al
			Fe) ₂ O ₃ · 6SiO ₂ · 2 H ₂ O
			9.93 ff
			4.88 dd
			4.44 ff
			4.09 dd
			3.86 m
			3.58 m

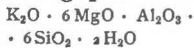
- 3.31 ff
- 3.07 m
- 2.86 f
- 2.56 ff
- 2.46 d
- 2.38 m
- 2.25 dd
- 2.19 dd
- 2.12 m
- 2.04 dd
- 2.02 d
- 1.86 dd
- 1.76 dd
- 1.64 m
- 1.61 dd
- 1.54 dd
- 1.50 m
- 1.34 d
- 1.30 d
- 1.25 dd

Moscovita:

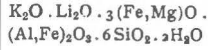


- 9.92 ff
- 5.01 dd
- 4.46 ff
- 3.92 dd
- 3.71 dd
- 3.49 d
- 3.32 mf
- 3.19 d
- 2.98 md
- 2.86 dd
- 2.78 dd
- 2.57 ff
- 2.46 dd
- 2.39 d
- 2.30 (?) dd
- 21.29 m
- 2.060 dd
- 1.99 mf
- 1.816 (?) ff
- 1.734 (?) ff
- 1.65 mf
- 1.53 mf
- 1.50 f
- 1.35 dd
- 1.30 d
- 1.27 ddd
- 1.25 dd

Flogopita:



Zinnwaldita:



- 10.0 ff
- 5.04 dd
- 4.57 dd
- 3.35 ff
- 3.13 dd
- 2.89 dd
- 2.62 f
- 2.51 d
- 2.44 f
- 2.28 dd
- 2.175 f
- 2.00 f
- 1.91 dd
- 1.75 dd
- 1.672 f
- 1.55 f
- 1.475 dd
- 1.430 dd
- 1.360 m
- 1.335 dd
- 1.305 d

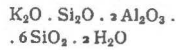
Illita:

- 9.98 d
- 4.97 d
- 4.45 f
- 4.11 dd
- 3.70 dd
- 3.40 dd
- 3.31 m
- 3.20 dd
- 2.98 d
- 2.84 dd
- 2.56 f
- 2.44 d
- 2.38 m
- 2.24 m
- 2.18 d
- 2.11 d
- 1.98 m
- 1.65 d
- 1.64 m
- 1.50 f
- 1.34 dd
- 1.29 m
- 1.24 d

Hidromoscovita:

- 9.98 f
- 5.02 f
- 4.51 m
- 3.62 f
- 3.34 ff
- 3.09 ff
- 2.89 f
- 2.59 ff
- 2.470 m
- 2.390 f
- 2.27 } d
- 2.18 } d
- 2.135 f
- 1.994 ff
- 1.715 dd
- 1.648 f
- 1.505 f
- 1.416 dd
- 1.380 dd
- 1.350 d
- 1.336 d
- 1.297 d
- 1.245 d

Lepidolita:



- 10.1 f
- 5.05 f
- 4.76 m
- 4.47 f
- 3.93 d
- 3.56 f
- 3.36 ff
- 3.17 dd
- 2.84 f
- 2.58 ff
- 2.52 d
- 2.42 d
- 2.32 m
- 2.25 } dd
- 2.09 } dd
- 2.012 ff
- 1.917 d
- 1.605 f
- 1.634 f
- 1.634 f
- 1.537 dd
- 1.492 ff

- 1.442 dd
- 1.411 dd
- 1.366 d
- 1.324 d
- 1.286 m
- 1.240 d

Sericita:

- 5.13 m
- 4.58 f
- 3.86 mf
- 3.71 d
- 3.50 d
- 3.33 mf
- 2.84 f
- 2.60 f
- 2.44 mf
- 2.38 m
- 2.23 f
- 2.19 mf
- 2.15 m
- 2.00 m
- 1.82 dd
- 1.71 dd
- 1.66 mf
- 1.49 mf
- 1.42 dd
- 1.35 f-dif.
- 1.30 md
- 1.26 d
- 1.24 d
- 1.22 d
- 1.11 d
- 1.01 d
- 0.998 d
- 0.984 d

Adularia:



- 4.63 dd
- 4.21 m
- 3.94 ddd
- 3.77 d
- 3.61 dd
- 3.480 dd
- 3.313 ff
- 3.227 f
- 2.995 d
- 2.901 dd
- 2.763 dd
- 2.560 m

2.378 dd	1.590 m	1.72 dd	2.300 m
2.319 ddd	1.474 ddd	1.67 d	2.110 m
2.263 ddd	1.447 dd	1.59 d	1.935 ff
2.165 d	1.435 dd	1.55 d	1.880 f
2.119 dd	1.422 ddd	1.52 d	1.613 dd
2.050 ddd	1.402 dd	1.46 m	1.523 d
1.999 dd		1.43 d	1.450 dd
1.908 dd		1.38 d	1.347 dd
1.915 dd	Ortoclasa:	1.294 d	1.306 dd
1.881 ddd	(K ₂ I, Na ₂)O. Al ₂ O ₃ . 6SiO ₂	1.264 d	1.242 d
1.848 dd		1.25 d	1.190 dd
1.792 f	4.18 m	1.20 d	1.156 d
1.768 dd	3.66 m	1.184 d	1.045 m
1.740 ddd	3.35 ff		1.017 d
1.718 ddd	3.08 ff		0.988 dd
1.690 ddd	2.89 m		0.970 dd
1.671 ddd	2.76 d	Calcita:	0.945 dd
1.643 ddd	2.55 d	CO ₃ Ca	08.95 dd
1.622 dd	2.43 d		0.854 ddd
1.589 ddd	2.15 m		0.836 ddd
1.565 dd	1.99 m		0.799 ddd
1.528 dd	1.925 d	3.075 fff	0.790 ddd
1.510 dd	1.805 f	2.522 dd	

RESUMEN

En este trabajo se describe la técnica empleada en la Rothamsted Experimental Station de Harpenden (Herts), Inglaterra, para el estudio röntgenográfico de las arcillas. En él se trata de la preparación de la muestra mediante el método de centrifugación y su montaje para el análisis por rayos X, así como las características fundamentales de las cámaras para registrar las reflexiones a pequeños ángulos, las cuales son necesarias para identificar los minerales de las arcillas. Por último, se da una serie de cuadros con los espaciados e intensidades de los diagramas de polvo de los minerales más frecuentes en las arcillas.

SUMMARY

This paper describes the technique of studying clays by means of X-rays, used at Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts, (England). It deals with the preparation of samples by centrifugation their mounting for X-ray analysis, and with the fundamental characteristics of the cameras used to register the reflexions at small angles which are necessary for the identification of clay minerals. Finally a series of tables is given, containing the spacings and intensities of the powder diagrams of the minerals most frequently present in clays.

BIBLIOGRAFÍA

1. Este método fué descrito por D. M. C. MACÉWAN en la reunión de marzo de 1948 de la *Society of Soil Science*, en Cambridge, Inglaterra. Ha sido publicado recientemente, con alguna variante no substancial, por A. UNMACK, en *Roy. Vet. Agr. Coll. Copenhagen, Yearbook 1949: 192-204.*
2. MARSHALL, C. E. 1930. *Proc. Roy. Soc. London, A 126: 427-39.*
3. SEDLETSKIJ, I. D. 1941. Tablas para la determinación por medio de rayos X de los minerales coloidales del suelo (en ruso). *Ac. Ciencias de URSS.*

INFLUENCIA DE LA FIJACION DE POTASIO SOBRE LA HIDRATACION DE LA MONTMORILLONITA

por

ANGEL HOYOS DE CASTRO

La fijación de potasio por los suelos, en forma no cambiante, es un fenómeno muy extendido y que se conoce desde muy antiguo. La cantidad de potasio que pueden tomar las plantas parece ser menor que la añadida al suelo. Aunque Bartholomew y Janssen (2) encontraron que parte del potasio podía ser tomado por las plantas después de cierto tiempo, esto no significa de un modo absoluto que sea el potasio fijado el que las plantas toman. En el proceso de erosión el potasio queda en libertad continuamente a partir de los minerales del suelo y puede de este modo ser la fuente parcial de la aportación de este elemento a las plantas; Hoagland y Martin (9), en sus experimentos, no están de acuerdo, excepto para un suelo, con los resultados de los autores anteriores, y suponen que parte del potasio fijado por algunos suelos queda en forma no reemplazable y sin valor efectivo, ya que su concentración en la solución del suelo es tan pequeña que no puede producir efectos fisiológicos. Añaden, además (10), que este potasio fijado no queda en libertad por lavado con $\text{CaH}_2\text{O}, 2\text{N}$. En cambio, el potasio no fijado es desalojado por tratamiento continuado con solución de acetato amónico, según las experiencias de Shaw y Mac Intire (27).

Por su parte, Bray y De Turk (4) indican que el potasio no reemplazable se pone en libertad después de la remoción de todo o parte del potasio originalmente reemplazable. Cuando no se ha añadido o removido potasio, la cantidad de potasio puesta en libertad de formas no reemplazables es despreciable. Tanto en este trabajo como en el de Allaway y Pierce (1), que encuentran que parte del potasio fijado puede ser desplazado incubando suelos en condiciones óptimas

de humedad y temperatura durante ochenta días, las condiciones iniciales de fijación de potasio no quedan bien definidas y no se puede eliminar el que existan fuentes minerales extrañas de dicho elemento. Blume y Purvis (3) creen que la fijación del potasio es reversible y que se produce la fijación y el desplazamiento en un corto espacio de tiempo, indicando además la posibilidad de un factor microbiológico en la fijación. En cambio, Kolodny (18) mostró que el potasio fijado por el suelo no es aprovechable por las plantas.

Levine (19) indica que en suelos de la serie Dover la alternancia de heladas y rocío impide el desplazamiento del potasio fijado y que un tratamiento prolongado al baño maría con $\text{ClH } 0,05\text{N}$ no desplaza el potasio.

Joffe y Levine (14) operan con varios coloides de suelos y con bentonita de Wyoming, induciendo la fijación por adición de ClK , secado a 110° , humedecimiento y nuevo secado durante varias veces y determinan la capacidad del ClH de diferente concentración y del CO_3Na_2 para desplazar el potasio fijado. Encuentran que es necesario un tratamiento con ácido de bastante concentración al menos $0,1\text{N}$ para que se liberen cantidades apreciables del potasio fijado: el CO_3Na_2 libera más potasio en el caso de la bentonita debido al hinchamiento que ésta experimenta, que permite el desplazamiento del K por Na.

Los mismos autores (15) encuentran que la presencia de ión NH_4^+ , que también se fija, ejerce un poder depresivo sobre la fijación del potasio. Estudian también (16) la influencia de diferentes factores, tales como alcohol, naturaleza del anión, materia orgánica, hierro soluble, pH y Ca en la fijación del potasio por distintos coloides del suelo y bentonita.

La fijación del potasio está íntimamente relacionada con la capacidad de cambio y la naturaleza del material. Peterson y Jennings (25) indican que la capacidad de cambio de la bentonita saturada con potasio disminuye debido a la fijación del mismo en forma no reemplazable, y Truog y Jones (28) establecen que esta disminución de la capacidad es equivalente al potasio fijado, si bien Joffe y Kolodny (12) y Joffe y Levine (13) no encuentran tal equivalencia. Estos autores dicen que cuando el complejo está saturado con potasio la magnitud de la fijación no viene afectada por sucesivas adiciones de potasio adicional.

En otro trabajo estudian Levine y Joffe (20) la variación de la

capacidad con la cantidad de potasio fijado. En un principio la reducción de la capacidad de cambio es superior al potasio fijado; para una determinada cantidad de potasio resulta equivalente, y luego disminuye menos que lo que corresponde a la cantidad de potasio fijada. Encuentran también que la adición creciente de potasio origina un aumento en la cantidad de potasio que entra en el complejo de cambio y en la cantidad fijada, pero que la proporción en que el potasio se cambia y se fija no aumenta linealmente con la cantidad de potasio añadido, sino que presenta un máximo cuando esta última coincide con la capacidad de cambio. Existe también una relación lineal entre la cantidad de potasio que entra en el complejo de cambio y la cantidad de potasio fijado. Todo esto conduce a la conclusión, según los autores, de que el potasio debe penetrar en el complejo de cambio antes de ser fijado. En conexión con esto están las teorías esbozadas para explicar la fijación del potasio. La mayor parte de los autores suponen que el potasio se fija en los minerales de tipo laminar entre las láminas, y Levine y Joffe (21) llegan a esta conclusión porque el aumento de capacidad de cambio producido por mollienda, que supone mayor número de posiciones de cambio por ruptura de enlaces Si-O o exposición de mayor número de grupos OH pero un aumento despreciable del número de capas, no ejerce influencia sobre la cantidad de potasio fijado.

Para que se produzca la fijación del potasio, éste debe entrar, por tanto, en el complejo de cambio, y precisamente entre las láminas. Esta puede ser una explicación de porqué la caolinita, con cambio externo únicamente, no presente fijación para el K (16) y, en cambio, que sí lo hagan las micas, que no contienen todo el potasio que requiere la fórmula (29), la pirofilita (21), sericita (16) y glauconita (5).

Nagelschmidt (24), de medidas del espaciado (00₁) en bentonita saturada con potasio, deduce que éste se debe fijar reteniendo las capas, y Mattson (22) encontró que coloides saturados con potasio y secados después, no se hinchan, lo que se puede atribuir a que la fijación impide el hinchamiento.

Nos ha parecido interesante ver la influencia que la fijación del potasio tiene sobre la hidratación de la bentonita, como medida por las curvas de deshidratación e imbibición. Los resultados pueden arrojar alguna luz, por una parte, sobre el mecanismo de la fijación del potasio, y, por otra, sobre el complejo fenómeno de la imbibición.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras empleadas fueron preparadas a partir de una bentonita de Marruecos español (Monte Tidinit), estudiada por Gutiérrez Ríos y Hernando (6). Mediante un tratamiento con acético N/2 se sustituyeron los cationes de cambio de la bentonita natural totalmente por hidrógeno. También se eliminó materia orgánica por tratamiento repetido con peróxido de hidrógeno.

Este material de partida constituye, por una parte, la muestra A, y sirvió para preparar el resto de las muestras, salvo la muestra C, que se obtuvo a partir de moscovita finamente molida.

La bentonita ácida, de capacidad de cambio de cationes, aproximada, de 80 miliequivalentes por 100 grs., se trató con una solución N/10 de ClK en las siguientes proporciones:

Muestra 1.—Cinco gramos de bentonita ácida + 20 c. c. de ClK N/10, lo que equivale a la mitad de su capacidad de cambio.

Muestra 2.—Cinco gramos de bentonita ácida + 40 c. c. de ClK N/10, lo que equivale a su capacidad de cambio.

Muestra 3.—Cinco gramos de bentonita ácida + 60 v. c. de ClK N/10, lo que equivale a vez y media su capacidad de cambio.

Muestra 4.—Cinco gramos de bentonita ácida + 80 c. c. de ClK N/10, lo que equivale a dos veces su capacidad de cambio.

De cada una de estas cuatro muestras, se hicieron tres series, que representamos por las letras *a*, *b* y *c*. A las de la serie *a* no se les sometió a tratamiento térmico alguno. A las de la serie *b*, después de la adición del ClK, se les calentó a 100° hasta sequedad completa; se separó el producto de la cápsula, se molió en un mortero finamente, se humedeció y se volvió a secar a 100°, repitiendo la molienda. En las de la serie *c* el tratamiento térmico se repitió hasta cinco veces. Este tratamiento térmico es el empleado por Joffe y Levine (14) en sus trabajos, para inducir la fijación del potasio.

Para las muestras de la serie *a*, después de un contacto con el ClK de veinticuatro horas, se decanta a través de un filtro y se lava con 40 c. c. de agua destilada. Se decanta; se lava de nuevo con 20 c. c. de agua y después cinco veces con alcohol etílico de 96°, utilizando cada vez 20 c. c. En cada operación se investigan cualitativamente los iones Cl^- y K^+ en el filtrado. En las series *b* y *c*, después del último tratamiento térmico y una vez molidas las muestras, se tratan con 40 c. c. de agua; se agita bien, se deja sedimentar y se filtra decantando. Después se las somete al mismo tratamiento de lavado de las muestras de la serie *a*.

Además de estas muestras se operó con otra preparada del modo siguiente:

Muestra B.—A 5 grs. de bentonita, se le agregan 500 c. c. de ClK N/10 en distintas porciones, dejando sedimentar y decantando sobre filtro. Esto supone un tratamiento con una cantidad de potasio que corresponde a unas seis veces y media su capacidad de cambio. No se le somete a tratamiento térmico alguno, pero sí a los mismos lavados que a las otras muestras.

El resultado de la investigación cualitativa de los iones Cl^- y K^+ en los distintos lavados y para las diferentes muestras, viene dado en el cuadro adjunto, en el que se representa por + la existencia apreciable de Cl^- o K^+ , y por — la ausencia de ellos.

Lavados con

MUESTRA	AGUA				ALCOHOL									
	1.º		2.º		1.º		2.º		3.º		4.º		5.º	
	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+	Cl^-	K^+
1a	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	ind	—
1b	+	+	+	+	+	+	algo	+	+	—	algo	—	—	—
1c	+	—	+	—	algo	—	ind	—	—	—	—	—	—	—
2a	+	+	+	+	+	+	algo	+	algo	algo	algo	ind	ind	—
2b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	algo	—	ind	—
2c	+	+	+	ind	+	—	algo	—	ind	—	—	—	—	—
3a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	algo	algo	ind	—
3b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	algo	+	—	ind	—
3c	+	+	+	ind	+	—	algo	—	ind	—	—	—	—	—
4a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	algo	algo	ind	—
4b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	algo	ind	—
4c	+	+	+	—	algo	—	ind	—	—	—	—	—	—	—
B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	algo	—	ind	—

Se puede ver que en las muestras de la serie *c* la desaparición del K es prácticamente total al segundo lavado con agua, mientras que el ión Cl^- persiste algo más. En las de las series *b* y *a* la desaparición del K por lavado depende de la cantidad puesta, siendo más rápida para menor cantidad, y desapareciendo antes para las de la serie *b* que para las de la *a*. Se podría suponer que las *c* retienen casi todo el K muy fuertemente, siendo menos sólida la retención en las otras series.

DETERMINACIÓN DEL POTASIO REEMPLAZABLE

Con objeto de ver la mayor o menor retención del potasio se trataron las muestras del modo siguiente:

Una cantidad pesada de muestra se trata con 100 c. c. de ClH 0.05 N, durante una hora, en el baño maría a 60°. Se filtra. Se añaden otros 100 c. c. de ClH 0.05 N en dos porciones de 50 c. c. y se filtra por el mismo filtro. Se lava con 25 c. c. de

agua destilada y el filtrado se reúne a los anteriores. Se evapora algo y se precipitan hidróxidos con hidróxido amónico. Se filtra, se evapora a sequedad y se eliminan sales amónicas en cápsula de platino. Se disuelve el residuo y se determina el K con ácido perclórico.

La muestra procedente del anterior tratamiento, una vez lavada, se trata con 100 de CIHN y se repiten las operaciones anteriores con CIH de esta normalidad. Se determinan hidróxidos y potasio.

Los resultados vienen expresados en la siguiente tabla:

MUESTRA	SUMA HIDRÓXIDOS POR 100		K. MEQ. POR 100 GRs.	
	CIH 0.05 N	CIH N	CIH 0.05 N	CIH N
1a	0.27	1.50	23.0	7.4
1b	0.32	1.23	17.5	2.5
1c	0.48	1.81	5.2	1.7
2a	0.26	1.44	52.6	9.9
2b	0.29	1.58	19.3	2.4
2c	0.21	1.51	13.7	2.4
3a	0.21	1.76	54.9	17.5
3b	0.22	1.80	26.3	2.7
3c	0.46	1.70	18.5	0.9
4a	0.39	1.73	53.0	18.2
4b	0.28	1.91	16.0	2.3
4c	0.29	1.29	27.9	9.8

De la tabla anterior se pueden deducir las siguientes consecuencias generales: para las muestras de la serie *a* el potasio queda en forma fácilmente desplazable, ya que el tratamiento con CIH 0.05 N es capaz de poner en libertad casi todo el potasio. Para aquellas muestras en que se ha llegado casi a la saturación de la capacidad de cambio, el K desplazado por este tratamiento es prácticamente el mismo y únicamente en el tratamiento con ácido de más fuerza se pone de manifiesto la no saturación de la muestra 2a.

Para las muestras de las series *b* y *c* la cantidad de potasio desplazado por CIH 0.05 N es siempre muy inferior a las correspondientes de la serie *a*, y menor cuanto mayor es la inducción de fijación (serie *c*).

Por otra parte, y como es lógico, la cantidad de K desplazado va aumentando con la concentración de K puesto. Con CIH N y con excepción de la 4c, los valores son siempre bajos, y el total de K desplazado en ambos tratamientos queda siempre muy por bajo del potasio puesto.

Se puede suponer que en las muestras *a* el potasio queda ligado como potasio de cambio, o uniendo entre sí las partículas o entre las láminas, mientras que en las series *b* y *c* parte del potasio une entre sí fuertemente las láminas (eventualmente las partículas) y no es desplazable ni por CIH N. Estas diferencias en la solidez de retención del K se deben manifestar en otras propiedades, tales como la cantidad de agua de hidratación y la cantidad de agua que se puede tomar por imbibición, así como la forma en que se toma ésta.

La cantidad de hidróxidos puesta en libertad por el ataque ácido, es del mismo orden para todas las muestras y no guarda relación alguna con el tratamiento previo al cual han sido sometidas.

ANÁLISIS TÉRMICO

Los silicatos de estructura laminar con capacidad de absorción interlaminar, a cuyo grupo pertenece la bentonita, son capaces de tomar agua al colocarlos en equilibrio con una presión de vapor de agua determinada. La cantidad de agua tomada depende de numerosos factores, y su disposición es asimismo diversa.

La posibilidad de que el agua tomada se disponga entre las láminas constitutivas del mineral, viene dada, en parte, por el exceso de carga negativa que éstas presentan y, en parte, por la existencia de cationes adsorbidos; ambas cosas hacen que se creen fuertes campos eléctricos capaces de retener fuertemente moléculas dipolares como la del agua.

La disposición de este agua adsorbida ha sido muy debatida y estudiada por numerosos autores. Kelley (17) distingue entre un agua retenida por cationes y láminas, y otra cuya misión se debe a los fuertes campos eléctricos creados por ruptura de uniones de silicio o aluminio-oxígeno, la llamada por él agua feldespática.

Una referencia muy completa acerca del asunto puede encontrarse en un trabajo de Gutiérrez Ríos y Martín Vivaldi (7). Por su parte, estos autores estudian la influencia del tamaño de partículas, presión de vapor de equilibrio y naturaleza y número de los cationes adsorbidos en el agua de hidratación, y llegan a la conclusión de que para los cationes alcalinos, se pueden diferenciar dos clases de agua de hidratación que corresponden a los dos términos de la ecuación que establecen. Una clase de agua estaría unida a las láminas

del mineral, debido a las cargas eléctricas negativas asociadas a estas superficies; la otra quedaría retenida conjuntamente por los cationes de cambio y por la superficie hidratada de la lámina y depende fuertemente de la capacidad de polarización del catión, siendo mayor cuanto más acusada es ésta.

No queda excluido el que parte del agua de hidratación se sitúe entre partículas en vez de entre láminas, y esto es lo que induce a Mering (23) a distinguir entre agua de hidratación, interlaminar, y agua de adsorción, intermicelar.

La cantidad de agua adsorbida y su disposición se puede determinar por diferentes métodos, uno de los cuales es el empleado por Kelley (17), que se basa en el calentamiento intermitente a distintas temperaturas hasta peso constante. En materiales de tipo montmorillonita se puede apreciar una pérdida constante de agua a temperaturas bajas, hasta unos 300°, y una cesión de agua más brusca que empieza a manifestarse entre 300 y 400°, que corresponde a la transformación de los grupos OH constitucionales en moléculas de agua, y que debido a la naturaleza de su formación se denomina agua reticular. La delimitación del punto exacto en que cesa la pérdida de agua de hidratación y comienza la pérdida de agua reticular es difícil de apreciar.

Ross y Hendricks (26) indican que en el punto 300° la pérdida de agua reticular quedaría compensada por el agua de hidratación que se perdería a temperaturas más elevadas. De todos modos, y teniendo en cuenta que las funciones de cesión de agua en ambos casos no son iguales, ni vienen igualmente influenciadas por los distintos factores, este punto no es seguro.

Nosotros hemos tomado como agua de hidratación aquella perdida hasta la asíntota de la curva que pasa por 300°, y los valores que expresamos han sido obtenidos gráficamente, según se indica en las figuras correspondientes.

En todos los casos hemos operado con muestras en equilibrio con una presión de vapor de 6,5 mm. de Hg, obtenida con SO_4H_2 al 50 por 100, y en la deshidratación hemos empleado el método ya citado de Kelley.

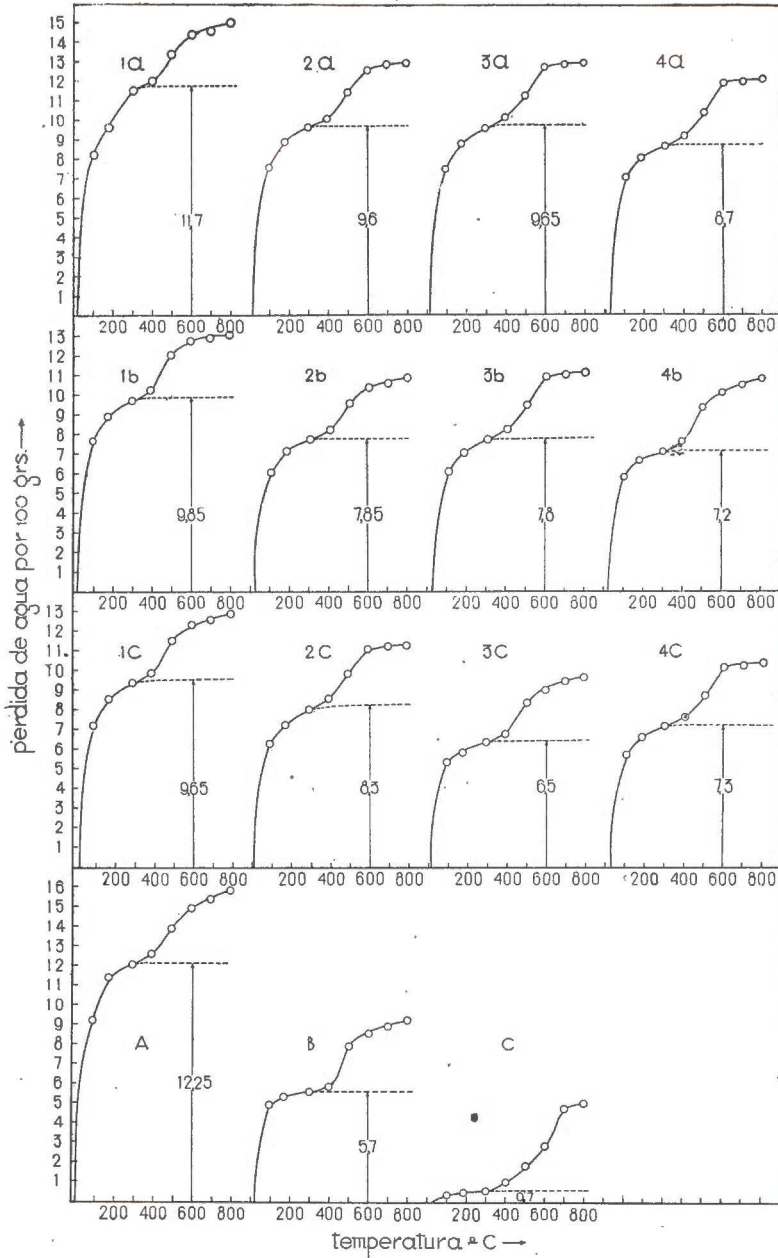


FIG. 1.

Los resultados obtenidos vienen expresados en las tablas siguientes:

Agua pérdida en grs. por 100 grs. de material

MUESTRAS	TEMPERATURAS ° C.							
	100	180	300	400	500	600	700	800
A	9.28	11.50	12.19	12.73	13.99	15.06	15.51	15.99
1a	8.15	9.57	11.42	11.89	13.30	14.32	14.44	14.48
2a	7.50	8.82	9.52	9.99	11.30	12.44	12.58	12.80
3a	7.46	8.74	9.52	10.08	11.16	12.63	12.76	12.86
4a	7.01	8.00	8.60	9.16	10.35	11.85	11.93	12.07
1b	7.68	8.90	9.72	10.19	11.98	12.68	12.86	13.04
2b	6.16	7.24	7.78	8.30	9.63	10.39	10.61	10.89
3b	6.09	7.07	7.73	8.23	9.44	10.80	11.00	11.10
4b	5.92	6.74	7.22	7.71	9.43	10.18	10.57	10.94
1c	7.31	8.65	9.44	9.94	11.65	12.35	12.61	12.99
2c	6.31	7.14	8.14	8.57	9.84	11.14	11.16	11.18
3c	5.41	5.89	6.50	6.88	8.49	9.12	9.55	9.75
4c	5.75	6.71	7.26	7.71	8.82	10.27	10.32	10.46
B	5.00	5.42	5.68	5.92	8.01	8.67	9.00	9.33
C	0.46	0.56	0.66	1.11	1.91	2.93	4.81	5.10

A partir de estos datos se han construido las gráficas correspondientes (figura 1), y en ellas, mediante el procedimiento indicado, se ha señalado la parte de agua que corresponde al agua de hidratación

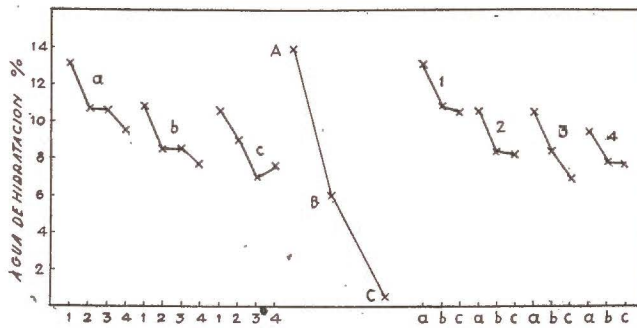


FIG. 2.

y al agua reticular. Los datos resúmenes para las distintas muestras vienen expresados en las tablas siguientes, y a efectos de comparación hemos recalculado ambas clases de agua en muestra seca, en-

tendiendo por tal la muestra una vez perdida en agua de hidratación.

*Pérdida de agua de hidratación y reticular
en grs. por 100 grs.*

MUESTRA	AGUA DE HIDRATACIÓN		AGUA RETICULAR	
	m. húmd.	m. seca	m. húmd.	m. seca
A	12.25	13.9	3.85	4.38
1a	11.7	13.2	3.3	3.73
2a	9.6	10.6	3.2	3.54
3a	9.65	10.6	3.2	3.54
4a	8.7	9.5	3.3	3.61
1b	9.85	10.9	3.2	3.55
2b	7.85	8.5	3.1	3.36
3b	7.8	8.4	3.3	3.57
4b	7.2	7.7	3.8	4.09
1c	9.65	10.6	3.2	3.54
2c	8.3	9.0	3.0	3.27
3c	6.5	6.9	3.35	3.58
4c	7.3	7.7	3.2	3.45
B	5.7	6.0	3.7	3.92
C	0.7	0.7	4.4	4.43

La comparación de los resultados se realiza de un modo más intuitivo mediante la representación gráfica. La figura 2 da cuenta de estos resultados para el agua de hidratación calculada en muestra seca.

Se puede ver que para muestras de una misma serie la adición de K supone una disminución en el agua de hidratación de acuerdo con lo que sucede al pasar la muestra A a la B. El ión H^+ que satura la muestra A es capaz de retener mayor cantidad de agua por su mayor poder polarizante. Para las muestras de la serie *a* se nota una diferencia considerable entre el primer término y el segundo, diferencia que va siendo menor para las otras series. En general, los términos 2 y 3 de cada serie son muy análogos; el término 3 de la serie *c* parece ser algo bajo en demasía, lo que puede suponer una fijación muy acusada del potasio. Por otra parte, comparando análogas muestras para distinta serie se puede ver la diferencia entre los valores del agua de hidratación, para las muestras de la serie *a* y las de la *b*, diferencias que en todos los casos son del mismo or-

den aunque parecen disminuir algo al aumentar la cantidad de potasio. Las muestras de las series *b* y *c*, por otra parte, se comportan de un modo bastante análogo, aunque siempre resulta algo menor el valor para las *c*. De nuevo aquí el valor de la muestra 3c resulta un poco bajo, y quizás también algo el de la 4b. Estas dos muestras, por otra parte, presentan valores bajos para el potasio, reemplazable por ClH.

IMBIBICION

Del mismo modo que una muestra de bentonita puede tomar agua a partir de una atmósfera de vapor, puede tomarla también a partir de agua líquida con un aumento de volumen y, en el caso del material considerado, con una gelificación progresiva. Las causas en ambos casos son las mismas: capacidad de orientación de las moléculas dipolares del agua por las cargas eléctricas negativas de las partículas y las positivas de los cationes de cambio.

El fenómeno de toma de agua líquida resulta sumamente complicado y se han dado numerosas interpretaciones al mismo. En realidad, es una sucesión—con parcial superposición—de fenómenos parciales, pero en su conjunto se puede denominar con el término imbibición. No podemos entrar aquí en las diferentes interpretaciones que pueden encontrarse resumidas en un trabajo de Hoyos y Martín Vivaldi.(11).

Nos interesa aquí estudiar las variaciones que en la imbibición introduce la sustitución progresiva de los cationes H^+ que saturan la bentonita ácida por cationes K^+ ; así como la influencia que en el fenómeno posee la fijación del potasio. Las muestras empleadas en esta parte del trabajo fueron las mismas que en otros apartados, y el dispositivo de medida, el empleado por Gutiérrez Ríos y Martín Vivaldi (8).

Se ha podido comprobar que, en contra de la suposición de determinados autores, el fenómeno es lento y largo, y por eso las medidas se han extendido a gran número de horas.

Los resultados experimentales vienen expresados en las tablas siguientes:

Muestra A. — Peso inicial = 0.1985

Muestra 1a. — Peso inicial = 0.1925

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	46,34	0,0083	25,45
0,0166	64,48	0,0166	34,80
0,0250	76,58	0,0250	40
0,0333	84,61	0,0333	45,19
0,0416	93,70	0,0416	48,83
0,0500	100,75	0,0500	52,45
0,0583	106,80	0,0583	56,56
0,0666	112,84	0,0666	59,22
0,0750	117,88	0,0750	61,81
0,0833	121,41	0,0833	67,01
0,1250	144,58	0,1250	84,75
0,1666	151,63	0,1666	98,17
0,2500	161,71	0,2500	124,15
0,3333	167,25	0,3333	141,29
0,4166	169,26	0,4166	157,92
0,5000	170,26	0,5000	163,11
0,7500	173,80	0,7500	176,15
1	175,81	1	180,77
1,5	179,79	1,5	185,45
2	182,36	2	187,01
3	184,88	3	191,16
4	187,90	5	196,88
16	203,02	6	198,44
24	204,03	7	200
26	205,54	8,25	201,55
27,3	207,55	9	202,07
41,5	214,60	10	203,11
51	224,68	11	203,63
64	226,16	23	209,34
73	227,20	27	212,46
89	229,72	31	215,06
99	234,76	35	217,66
114	237,79	47,5	219,22
122	238,79	57,5	220,77
137	242,87	72	228,05
147	244,83	81,5	231,68
163	247,35	95	238,44
170	248,86	104,5	242,59
186	250,88	119,5	248,83
195	252,39	129,5	251,94
209	254,91	143,5	258,18
234	259,44	153,5	261,81
259	261,46	167,5	268,57

Muestra 2a. — Peso = 0.1914 grs.

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	39,18	7	219,95
0,0166	52,76	8	222,50
0,0250	61,12	9	223,61
0,0333	65,86	10	225,18
0,0416	68,96	23	239,81
0,0500	72,62	25,5	241,90
0,0583	75,71	29,5	246,08
0,0666	76,80	33,5	248,17
0,0750	80,45	47,75	257,05
0,0833	81,09	57,75	260,71
0,1250	91,43	71,75	267,50
0,1666	97,17	80,75	269,07
0,2500	109,19	101,25	275,86
0,3333	118,60	119,25	281,08
0,4166	127,48	142,75	288,92
0,5000	133,75	146,75	292,58
0,7500	152,03	151,50	293,62
1	166,14	173,75	300,41
1,25	177,11	189,75	306,16
1,5	185,47	217	311,38
1,75	190,59	238,5	319,22
2	194,88	248,5	323,40
2,25	197,49	266	328,10
2,5	200,62	274	330,19
2,75	203,23	289,5	333,85
3	205,32	298,5	335,42
5	213,16	313,5	340,12
6,25	216,82	336,5	346,39
		360,5	352,66

Muestra 3a. — Peso = 0.1980 grs.

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	50,00	0,0583	83,83
0,0166	67,17	0,0666	85,85
0,0250	72,72	0,0750	87,87
0,0333	76,26	0,0833	89,39
0,0416	79,29	0,1250	95,95
0,0500	81,81	0,1666	102,52

Muestra 3a. — Peso = 0.1980 grs.

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,2500	110,60	24,5	239,89
0,3333	118,68	26,25	240,40
0,4166	124,24	29	243,93
0,5000	131,31	36,25	251,01
0,7500	145,95	50	261,11
1	159,59	53,5	262,12
1,25	170,20	56,5	263,63
1,5	179,29	60,5	265,15
1,75	186,36	73,5	274,24
2	189,89	82,25	277,77
2,25	193,43	97,5	282,32
2,5	196,46	106,5	285,35
2,75	198,98	122	290,40
3,00	200,50	130	293,43
3,5	203,03	146	298,48
4	205,05	154,5	300,50
5,0	209,59	169	304,04
6,5	214,14	177	306,06
7	214,64	196	309,59
8	217,17	201	311,61
9	219,19	219	315,65
10	220,20	241	321,21
11	221,71	265	327,27
12	223,73	291	333,83
		313	339,89

Muestra 4a. — Peso = 0.2006.

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	27,91	0,1250	64,80
0,0166	30,88	0,1666	68,29
0,0250	43,32	0,2500	74,77
0,0333	47,85	0,3333	81,25
0,0416	51,84	0,4166	86,24
0,0500	53,34	0,5000	89,73
0,0583	55,83	0,7500	101,19
0,0666	56,82	1	120,63
0,0750	58,32	1,25	120,63
0,0833	59,82	2	141,07

Muestra 4a. — Peso = 0.2006

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
2,25	147,55	72	240,28
2,60	151,54	81,25	244,76
2,75	154,03	95	250,25
3	157,52	105	253,73
2,50	161,51	119,75	258,22
4	164,00	129	261,71
6	170,48	143	266,20
7	173,48	154	269,69
8	176,96	167	272,18
9	178,46	177	273,67
10	179,96	191	276,17
12	182,95	201	279,16
24	200,89	215	282,15
27,5	205,83	233	287,13
32	210,86	266	291,87
34	213,36	288	296,61
35	214,85	309	300,84
48	226,32	334	304,08
59	233,30		

Muestra 1b. — Peso inicial = 0.2009

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	30,86	0,7500	159,28
0,0166	46,29	1	170,73
0,0250	53,25	1,25	176,70
0,0333	57,24	1,50	180,68
0,0416	61,22	1,75	184,17
0,0500	65,20	2	185,66
0,0583	66,69	2,5	188,15
0,0666	69,68	3	190,14
0,0750	72,17	4	192,63
0,0833	74,16	5	194,12
0,1250	82,62	6	195,37
0,1666	90,59	7	196,71
0,2500	130,03	8	198,70
0,3333	114,48	9	199,10
0,4166	125,43	23	206,07
0,5000	135,39	27,5	207,56

Muestra 1b. — Peso inicial = 0.2009

Tiempos horas	Agua grs./100 grs	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
30	209,05	130	237,92
35	211,05	147	242,90
47	216,02	171	249,87
52	217,52	195	254,85
54	219,01	218,5	259,58
59	220,01	243,25	264,80
71	224,24	268,75	269,28
78,5	225,98	275,75	270,78
83	228,72	289,75	274,51
96	231,44	315	279,24
108	234,69	336	283,22
119	236,48		

Muestra 2b. — Peso inicial = 0.1936

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	20,65	2	129,13
0,0166	37,18	2,25	134,29
0,0250	45,97	2,50	139,45
0,0333	51,13	2,75	144,11
0,0416	54,23	3	148,24
0,0500	56,81	4	162,70
0,0583	57,84	5,25	180,78
0,0666	60,95	7	197,81
0,0750	61,98	8	204,20
0,0833	63,01	9,15	211,77
0,1250	67,66	10	219,00
0,1666	71,79	25,25	253,09
0,2500	77,47	31	258,26
0,3333	81,09	34	260,84
0,4166	85,22	47	270,14
0,5000	87,81	50	271,17
0,7500	98,14	53,75	271,69
1	106,40	58	274,79
1,25	113,11	71	276,34
1,50	118,80	95	291,83
1,75	123,91	103	294,42

Muestra 2b. — Peso inicial = 0 1936

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
106,5	296,49	216	328,51
120,5	302,16	241	335,74
129,5	304,23	263,5	341,94
144	310,95	289	348,14
159	316,12	312,5	356,40
192	323,85	335,5	361,56

Muestra 3b. — Peso inicial = 0. 1916

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	27,24	7	175,88
0,0166	34,44	8	182,67
0,0250	40,70	9	188,45
0,0333	46,45	10	193,11
0,0416	50,10	25,5	224,42
0,0500	51,93	29	228,07
0,0583	52,71	31,5	230,16
0,0666	53,23	34,5	234,34
0,0750	54,27	49,5	249,47
0,0833	55,82	55	251,04
0,1250	60,54	58,5	255,74
0,1666	64,19	71,5	265,18
0,2500	68,68	75	266,17
0,3333	73,06	78,75	268,78
0,4166	76,72	82,5	269,83
0,5000	79,33	96	277,14
0,7500	87,68	106,5	281,83
1	94,46	119,5	287,05
1,25	104,38	129	289,14
1,50	110,12	143	297,49
1,75	117,43	168	302,71
2	120,04	192	311,58
2,25	124,21	217	316,23
2,50	128,91	243	322,54
2,75	132,04	262,5	327,24
3	135,69	289	333,97
3,25	138,83	312,5	339,25
3,50	141,44	337,5	345,51
5,50	164,40	358,5	350,20
6	168,42	386	355,95
6,50	172,23	410	360,64
		452	371,08

Muestra 4b. — Peso inicial = 0.2132

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	26,67	7	160,88
0,0166	34,70	8	167,82
0,0250	42,21	9,5	177,69
0,0333	43,62	11	184,63
0,0416	45,02	24,5	225,61
0,0500	46,43	27	229,36
0,0583	47,84	31,25	235,46
0,0666	49,24	35,15	250,94
0,0750	50,65	39,15	255,63
0,0833	51,59	47,15	260,80
0,1250	54,40	59	272,06
0,1666	57,22	70	276,75
0,2500	61,91	82,45	285,19
0,3333	65,66	93,45	288,48
0,4166	69,88	110,45	296,46
0,5000	73,63	135	304,90
0,7500	80,06	156	314,28
1	87,24	181	321,78
1,25	93,82	215	328,72
1,50	98,51	239	337,16
1,75	102,73	261	346,54
2	106,95	285	349,36
2,25	111,64	309	355,93
2,50	115,39	333	359,68
2,75	118,68	357	370,47
3	122,43	370	377,41
4,50	138,91	395	384,35
5	145,50	421	393,26
6	153,94		

Curva de imbibición 1c. — Peso inicial = 0.1968

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	24,41	0,0583	61,98
0,0166	31,50	0,0666	65,04
0,0250	37,09	0,0750	67,07
0,0333	46,44	0,0833	70,12
0,0416	52,33	0,1250	77,23
0,0500	57,41	0,1666	83,33

Curva de imbibición 1c. — Peso = 0.1968

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,2500	91,46	80	212,39
0,3333	97,56	93	214,45
0,4166	103,15	105	217,47
0,5000	108,23	117	222,05
0,7500	125	129	223,57
1	132,62	141	227,13
1,5	149,89	153	229,67
2	152,43	167,5	234,24
5	165,64	176	235,77
7,5	168,69	191	238,81
9	170,73	198,5	240,34
22	183,99	213,5	243,59
24,5	185,97	235,5	245,12
30	190,54	248	248,47
54,5	201,72	259,5	249,69
70	207,82	271,5	252,54

Curva de imbibición 2c. — Peso inicial = 0.1924

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	27,02	1,5	116,94
0,0166	34,30	2	128,37
0,0250	38,97	4	163,20
0,0333	43,65	5,33	171,51
0,0416	48,85	6,33	178,79
0,0500	51,92	8,75	193,34
0,0583	53,53	22,5	219,85
0,0666	55,09	29,5	225,57
0,0750	57,16	31,5	228,11
0,0833	59,76	45,5	241,16
0,1250	64,44	56,25	246,82
0,1666	67,56	72,5	256,75
0,2500	73,95	80	261,43
0,3333	79,00	95	266,68
0,4166	83,15	104	270,27
0,5000	86,27	120	273,38
0,7500	96,67	126,25	275,46
1	104,98	143	280,66

Curva de imbibición 2c. — Peso inicial = 0.1924

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
151,75	282,22	220	294,88
166,66	285,86	226,5	296,22
176,66	287,42	239,5	298,33
190,6	289,50	250	299,37
202	291,05	263,5	300,93

Curva de imbibición 3c. — Peso inicial = 0.1982

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	25,22	2	116,04
0,0166	37,79	3	131,68
0,0250	49,40	5	154,38
0,0333	43,38	6	161,95
0,0416	46,91	7	168,51
0,0500	50,45	8	173,61
0,0583	51,46	9	176,58
0,0666	52,97	23,75	206,86
0,0750	54,48	32	218,46
0,0833	55,49	40,5	235,62
0,1250	60,54	49,5	237,13
0,1666	63,06	55,5	243,18
0,2500	67,60	74,5	259,84
0,3333	72,15	80,5	262,86
0,4166	76,68	95,5	271,44
0,5000	79,26	103,6	275,98
0,7500	86,77	120,6	284,56
1	94,85		

Curva de imbibición A. — Peso inicial = 0.2027

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	18,14	3	122,34
0,0166	27,62	4	132,21
0,0250	35,52	5,33	137,64
0,0333	39,96	19	191,41
0,0416	42,92	21,5	196,34
0,0500	44,90	25,5	202,26
0,0583	46,37	27	204,24
0,0666	47,85	30	208,68
0,0750	48,35	42	223,48
0,0833	48,84	46	226,93
0,1250	53,27	51	231,87
0,1666	57,22	66,5	249,63
0,2500	62,16	70	251,11
0,3333	65,61	85,5	269,85
0,4166	69,06	94,75	275,77
0,5000	73,01	109,75	287,12
0,7500	79,82	117,50	292,50
1	86,82	140,50	309,81
1,5	97,68	156,50	317,21
2	107,54		

Curva de imbibición B. — Peso inicial = 0.1898

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	26,86	1,5	105,37
0,0166	36,88	2	115,91
0,0250	42,14	3	131,71
0,0333	43,73	5	156,48
0,0416	46,36	6	163,32
0,0500	47,94	7	168,59
0,0583	48,47	8	173,81
0,0666	50,05	9	179,13
0,0750	51,10	10	184,40
0,0833	52,16	11,25	186,50
0,1250	57,95	24,25	216,01
0,1666	60,59	33	232,34
0,2500	65,85	44,75	254,47
0,3333	70,07	55,75	263,43
0,4166	73,76	72,25	280,82
0,5000	77,97	80,25	289,25
0,7500	85,35	95,50	304,00
1	94,30		

Curva de imbibición C. — Peso inicial = 0.1970

Tiempos horas	Agua grs./100 grs.	Tiempos horas	Agua grs./100 grs.
0,0083	62,43	4	135,53
0,0166	103,04	7,75	138,57
0,0250	113,70	23,50	149,23
0,0333	119,79	31	153,80
0,0416	121,32	47,5	161,42
0,0500	122,83	55,5	164,37
0,0583	123,35	67,5	171,06
0,0666	—	74,5	173,60
0,0750	—	90,25	179,23
0,0833	—	98,25	180,20
0,1666	127,41	113,5	184,77
0,5000	128,42	122,5	185,78
1	129,44	135,5	191,36
2	131,47		

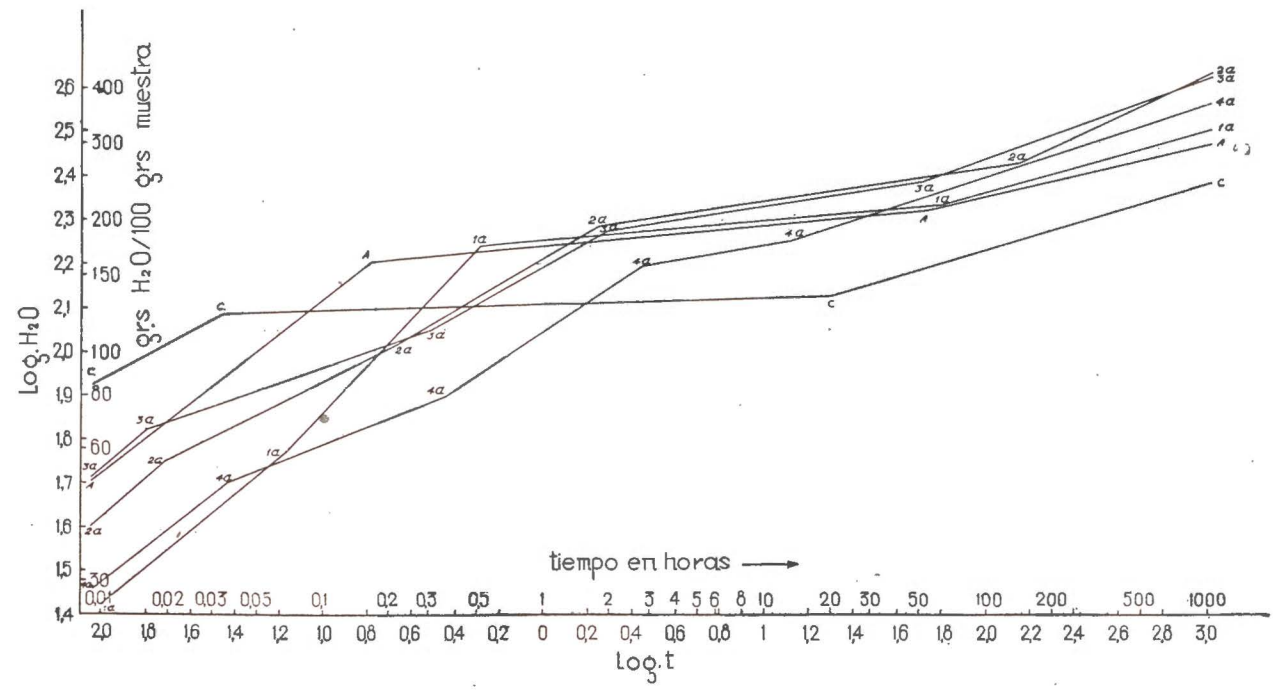


FIG. 3.

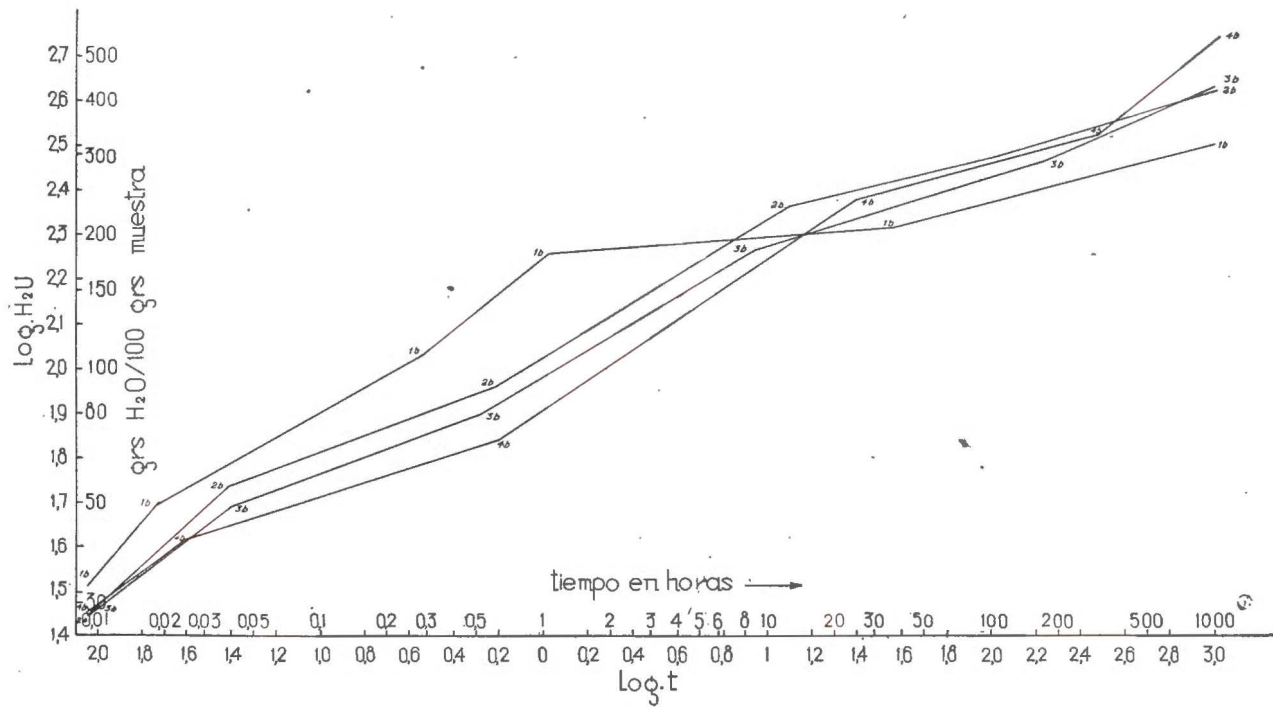


FIG. 4.

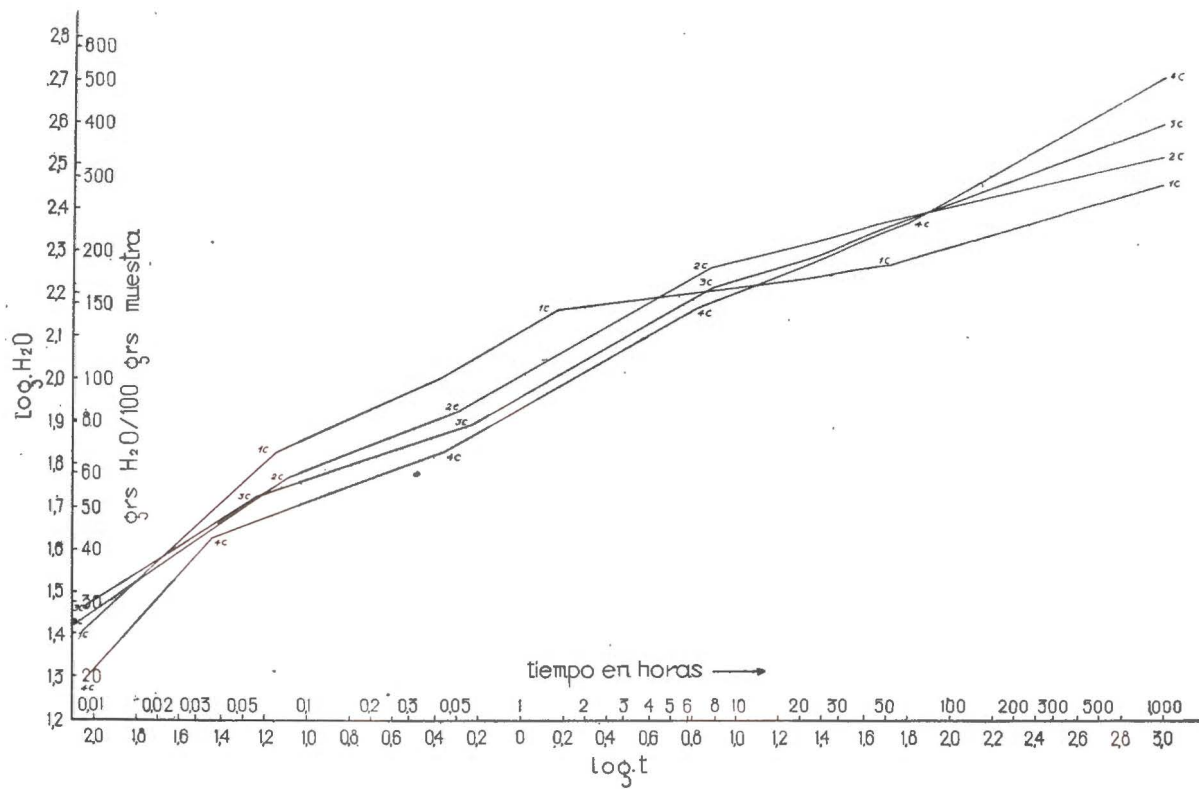


FIG. 5.

La comparación de los resultados experimentales para tratar de interpretar los hechos, resulta punto menos que imposible si se opera exclusivamente con números. Es necesario añadir una representación gráfica adecuada que permita diferenciar en lo posible los distintos aspectos del fenómeno, para enjuiciar después el fenómeno en su conjunto y comparativamente en las distintas muestras. La interpretación se deduce después de la consideración de las distintas curvas.

La representación a escala natural presenta gran número de dificultades. Estando el fenómeno en su conjunto compuesto de fenómenos parciales de distinta velocidad, y siendo además la primera parte mucho más rápida que las siguientes, resulta que una escala adecuada para los primeros momentos es desmesuradamente grande para el resto. Con eso, o no podemos representar la primera parte del fenómeno, o se nos pierde el resto.

En cambio, la representación logarítmica permite, sin extender demasiado la figura, abarcar el conjunto del fenómeno. Por otra parte, en la representación en escala natural, es puramente artificioso el trazar una línea continua; la realidad es que por la existencia de fenómenos diversos se presentan inflexiones en la curva de difícil trazado e interpretación.

Gutiérrez Ríos y Martín Vivaldi (7) han comprobado que la representación logarítmica permite diferenciar varias porciones rectas con distinta pendiente logarítmica, que representan, según ellos, los distintos aspectos del fenómeno. Con tal de que el tiempo sea suficientemente largo, encuentran en casi la totalidad de las muestras empleadas tres tramos distintos, que atribuyen a imbibición capilar simple, imbibición interlaminar e imbibición osmótica, sucesivamente, si bien no queda excluida la superposición parcial de los fenómenos.

Nosotros hemos adoptado la misma representación logarítmica, y el resultado viene expresado en las figuras 3, 4 y 5.

Estas figuras resumen, en que por necesidades de representación hemos tenido que suprimir los puntos experimentales, se han obtenido del modo siguiente: para cada muestra se han representado todos los puntos experimentales, y a partir de tales puntos se han trazado las rectas que une el mayor número de puntos. El punto de intersección de las distintas rectas lo consideramos como punto final de uno de los fenómenos parciales. En realidad, y en las proximidades de dicho punto de intersección se presentan, por lo general, pun-

tos (siempre muy pocos) que se sitúan fuera de la recta; esto es lógico, porque no se puede pensar que cada fenómeno empiece justamente al finalizar el anterior, sino que debe haber cierta superposición que se manifiesta en estos puntos de tránsito. De todos modos, el trazado de las rectas resulta unívoco, dado el gran número de puntos experimentales.

Obtenidos los puntos de intersección es fácil llevar a otro papel con la misma escala, la representación gráfica de cada muestra.

Las rectas en esta representación vienen caracterizadas por su longitud y por su pendiente, y tenemos que ver lo que puede representar cada una de estas cosas. Respecto a la longitud, hay que tener en cuenta que tramos distintos de una misma muestra, o tramos análogos de muestras distintas, no son comparables más que si empiezan al mismo tiempo, puesto que las unidades de tiempo en esta representación van disminuyendo de un modo progresivo. De aquí que una simple ojeada puede llevar a confusión y suponer erróneamente que un fenómeno dura más tiempo que otro, siendo así que por empezar antes, en realidad se produce en un tiempo más corto. La medida de la longitud de una de las rectas no nos da, pues, la duración del fenómeno, ni si éste es lento o rápido.

La pendiente de las rectas, por su parte, tampoco indica la velocidad del fenómeno, entendiendo por tal la cantidad de agua tomada por unidad de tiempo. Esta velocidad vendrá dada por lo que llamamos pendiente natural, que, claro es, no representa más que una velocidad de toma de agua, media entre los momentos que suponemos principio y fin del fenómeno, pudiendo verificarse éste con distinta velocidad en el transcurso del tiempo. A pesar de eso, la analogía de pendientes logarítmicas puede indicar analogía de fenómenos y se pueden deducir ciertas conclusiones de su consideración. De este modo la representación logarítmica tendría la ventaja sobre la natural de permitir una representación más cómoda; delimitar el principio y final de cada fenómeno parcial y permitir casi por simple inspección comprobar la analogía de los distintos fenómenos parciales. De la inspección de las figuras 3, 4 y 5 se puede ver que la casi totalidad de las muestras presentan cinco rectas bien definidas (hacen excepción las muestras A y C con tres, y la 1a con cuatro). Por consideraciones que luego explicaremos, consideramos las tres primeras porciones como incluidas en un solo tramo, que en principio identificamos con el primer tramo de Gutiérrez Ríos y

Vivaldi; la cuarta sería el segundo tramo de imbibición interlaminar, y la última se correspondería con la imbibición osmótica.

Con los resultados obtenidos gráficamente, y de acuerdo con las normas indicadas, podemos hacer el siguiente cuadro resumen, que nos da los resultados numéricos para cada una de las muestras y las porciones o tramos rectos:

Resumen numérico deducido de la representación logarítmica

MUESTRA	Duración	Agua grs /100 grs.	PENDIENTES	
			Natural	Logarítmica
A.....	10 m	160,7	964,2	0,39
1a.....	4 m	59,2	888,0	0,40
	26 m	114,6	261,5	0,55
2a.....	1,25 m	156,5	2.713,0	0,43
	11,75 m	47,7	243,6	0,25
	1 h 32 m	1.490,3	59,0	0,30
3a.....	1 m	67,2	4.030,2	0,43
	18 m	44,7	148,9	0,18
	1 h 38 m	78,8	48,2	0,28
4a.....	2,25 m	50,1	1.336,0	0,39
	18,75 m	29,3	93,8	0,20
	2 h 27 m	87,6	35,7	0,33
B.....	1,25 m	38,9	1.867,0	0,62
	30,25 m	37,8	75,0	0,19
	6 h 55 m	97,6	14,1	0,31
1b.....	1,15 m	49,1	2.648,0	0,58
	12,45 m	48,7	234,7	0,27
	49,65 m	84,3	101,8	0,40
2b.....	2,25 m	54,2	1.446,5	0,46
	34,6 m	36,5	52,1	0,19
	11 h 58,5 m	144,2	12,0	0,30
3b.....	2,3 m	48,6	1.268,8	0,37
	27,7 m	29,9	64,7	0,19
	8 h 30 m	109,9	12,9	0,30
4b.....	1,5 m	41,1	1.544,4	0,36
	28,5 m	35,4	74,6	0,17
	24 h	162,2	6,9	0,31
1c.....	4,5 m	67,0	893,0	0,47
	20,5 m	36,1	105,8	0,24
	1 h 5, m	46,7	43,1	0,29
2c.....	5 m	59,8	717,1	0,34
	27 m	27,2	60,4	0,20
	7 h 13 m	105,3	14,5	0,29

1.º tramo

Resumen numérico deducido de la representación logarítmica

	MUESTRA	Duración	Agua grs./100 grs.	PENDIENTES	
				Natural	Logarítmica
1.º tramo	3c. ...	3,5 m	52,5	899,0	0,32
		31,5 m	27,9	53,0	0,19
		7 h m	92,6	12,9	0,30
	4c.	2,25 m	42,3	1.127,0	0,56
		22,75 m	26,8	70,6	0,20
	6 h 2, m	85,0	14,0	0,30	
C.....	2, m	122,8	1.185,6	0,18	
2.º tramo	A	52 h	10,3	0,2	0,052
	1a	62 h 41 m	47,5	0,75	0,052
	2a	135 h	84,0	0,62	0,082
	3a	50 h 6 m	60,1	1,2	0,084
	4a	9 h 15 m	34,9	3,76	0,097
	B	17 h 42 m	42,5	2,4	0,098
	1b	34 h 48 m	29,0	0,83	0,038
	2b	91 h 1 m	55,1	0,60	0,10
	3b	159 h	110,1	0,68	0,16
	4b	270 h 36 m	104,0	0,38	0,15
	1c	53 h	47,8	0,90	0,077
	2c	253 h 45 m	108,6	0,42	0,13
	3c	16 h 10 m	33,9	2,1	0,16
	4c	56 h 39 m	88,7	1,56	0,20
	C	18 h 48 m	15,3	0,81	0,02
	3.º tramo	A			
1a					0,16
2a					0,24
3a					0,16
4a					0,15
B					0,25
1b					0,13
2b					0,18
3b					0,22
4b					0,26
1c					0,15
2c					—
3c				0,19	
4c				0,29	
C				0,16	

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para poder llevar a cabo la interpretación de los resultados es necesario que consideremos varios puntos de vista: en primer lugar, la influencia que tiene la adición de potasio sobre la hidratación, y en especial la imbibición de la bentonita; esto se puede hacer comparando las diversas muestras de una misma serie. Posteriormente, la influencia que tiene la posible fijación del potasio, lo que se conseguirá comparando entre sí la misma muestra correspondiente a las distintas series. De ambas cosas conjuntas puede resultar, por último, una interpretación general de los hechos, una visión conjunta de la influencia de la adición de potasio sobre el comportamiento de la bentonita en las propiedades estudiadas y un mejor conocimiento del mecanismo de la imbibición.

Empecemos por considerar la naturaleza de las curvas de imbibición. Como ya hemos dicho, salvo tres de ellas todas constan de cinco rectas. Comparando para cada muestra las tres rectas que hemos asociado al primer tramo, vemos que se presenta una regularidad manifiesta: para todas ellas el tiempo en que se realizan los fenómenos representados por estas rectas va aumentando del primero al tercero; la cantidad de agua tomada en cada uno de los procesos es siempre mínima para el segundo, a pesar de lo cual la pendiente natural disminuye en todas las ocasiones del primer proceso al último; la pendiente logarítmica es siempre mínima para el segundo proceso y máxima para el primero. La pendiente logarítmica del segundo tramo es siempre mínima. Estas regularidades permiten ya suponer que el fenómeno se produce de un modo análogo en todas las ocasiones, y únicamente la intensidad del mismo varía con la naturaleza de la muestra.

Si, como hemos indicado, analogía de pendientes logarítmicas supone analogía de fenómenos, parece lógico que comparemos en primer lugar las pendientes logarítmicas de las distintas muestras, siguiendo para ello el camino ya indicado: primero, las muestras de una misma serie, y luego las distintas series de una misma muestra.

Recogiendo del cuadro general los datos que nos interesan, y para mayor facilidad de comparación, podemos establecer el siguiente cuadro parcial:

Cuadro comparativo de pendientes logarítmicas.

MUESTRA	1 ^{er} TRAMO			2. ^o TRAMO	3. ^o TRAMO
	1. ^a	2. ^a	3. ^a		
C	0,18	—	—	0,02	0,16
A	0,39	—	—	0,052	0,11
1a	0,40	—	0,55	0,052	0,16
2a	0,43	0,25	0,30	0,082	0,24
3a	0,43	0,18	0,28	0,084	0,16
4a	0,39	0,20	0,33	0,097	0,15
B	0,62	0,19	0,31	0,098	0,25
1b	0,58	0,27	0,40	0,038	0,13
2b	0,46	0,19	0,31	0,10	0,18
3b	0,37	0,19	0,30	0,16	0,22
4b	0,36	0,17	0,31	0,15	0,26
1c	0,47	0,24	0,29	0,077	0,15
2c	0,34	0,20	0,29	0,13	0,13 (?)
3c	0,32	0,19	0,30	0,16	0,19
4c	0,56	0,20	0,30	0,15	0,29

Comparando los números de este cuadro se puede ya ver la diferencia que existe entre las diversas partes del fenómeno y la semejanza de cada una de ellas en todas las muestras. Siempre que existe la segunda porción del primer tramo tiene una pendiente logarítmica sensiblemente más baja que las otras dos porciones. También es análoga a aquélla, pero inferior, la pendiente logarítmica del segundo tramo, lo que sugiere cierta analogía de fenómenos, pero en este último caso más acentuado.

Por de pronto, las muestras C y A no poseen más que una porción en el primer tramo. Considerando a éste de imbibición puramente capilar, se puede explicar este hecho por la no existencia apreciable de cationes de cambio que puedan unir entre sí partículas (caso de la muestra C), o porque los agregados formados por coagulación sean tan sólidos que se asemejen a partículas primarias (caso de la muestra A). La pequeña pendiente de la muestra C, que la asemeja más a la segunda porción, viene dada, en realidad, por el difícil trazado de la curva. La muestra C es con mucho la que toma más agua en los primeros treinta segundos. Cabría hacer otra representación gráfica en la cual este tramo se descompusiese en dos de pendientes

logarítmicas respectivas, 0,72 y 0,18, que corresponderían a las primeras porciones del primer tramo.

La adición progresiva de potasio origina una posibilidad de unir partículas entre sí, tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad de potasio añadido, hasta un cierto límite. Estas partículas unidas presentarán cierta resistencia a separarse en partículas menores, y esto se manifiesta en una menor pendiente logarítmica para esta fase del fenómeno, la segunda porción del primer tramo. Esta diferencia se acusa preferentemente para los primeros términos de cada serie, en los cuales la cantidad de potasio es demasiado pequeña para suponer gran número de uniones entre partículas. Por otra parte, al crecer la cantidad de potasio añadida los valores se igualan. Las diferencias, además, son tanto menos acusadas cuanto mayor es la inducción a la fijación, lo que se explica porque aquí no interviene únicamente el número de partículas fijadas, sino también la solidez de retención que aumenta según la serie $a \rightarrow c$. Para la tercera porción del primer tramo se acusa también la misma regularidad. Este fenómeno correspondería a una superposición de un fenómeno de imbibición capilar por poros con tensiones juntamente con una imbibición osmótica debida a los cationes puestos en libertad. En realidad, y para las muestras que contienen mayor cantidad de potasio, el trazado de la recta correspondiente a esta porción, resulta un poco forzado como resultado de esta superposición.

Para el segundo tramo, de pendientes bajas, el cabeza de serie es el que siempre la presenta menor, y esto se debe, por una parte, a que la cantidad de agua tomada depende de la que ya tuvieran, y según indican la curva de deshidratación las muestras con poco potasio están más hidratadas y, por otra parte, la cantidad de potasio puesto en libertad en el fenómeno y capaz de producir imbibición osmótica es menor. Los potasios que ligan láminas, por otra parte, actúan como deshidratados—al menos parcialmente—, y de aquí que la pendiente crezca, hasta un cierto límite, al aumentar la cantidad de potasio.

Para el tercer tramo las pendientes crecen, en general, al aumentar la cantidad de potasio.

Si comparamos ahora las pendientes logarítmicas de la misma muestra en las distintas series, veremos que, en líneas generales, las muestras con igual cantidad de potasio se comportan de un modo parecido en el primer tramo y tanto más cuanto mayor es la canti-

dad de potasio, lo que supone analogía de fenómenos. En cambio, en el segundo tramo hay bastante diferencia entre las muestras no sometidas a tratamiento térmico, por una parte, y las otras dos series; por otra parte, muy iguales entre sí, sobre todo cuando la cantidad de potasio es suficiente. Los potasios interlaminares de las muestras de la serie *a* deben estar más hidratadas y toman menos agua.

También la comparación de las pendientes naturales puede darnos idea del mecanismo del fenómeno. La pendiente natural sería la secante de la curva que en escala natural representase cada una de las partes del fenómeno y nos da idea de la rapidez con que se verifica en cada caso. La hemos expresado en tanto por ciento agua-hora, es decir, el cociente de la cantidad de agua tomada por el tiempo, en horas, que suponemos dura la parte del fenómeno considerada.

Haciendo como antes un cuadro resumen tendremos:

Cuadro comparativo de pendientes naturales.

MUESTRA	1.º Tramo			2.º Tramo	Agua tomada hasta 30"
	1.ª	2.ª	3.ª		
1a	888	—	264,5	0,75	25,45
2a	2.713	243,6	259	0,62	39,18
3a	4.030,2	148,9	482	1,2	50
4a	1.336	93,8	35,7	3,76	27,91
B	1.867	75	14,1	2,4	26,86
1b	2.648	234,7	101,8	0,83	30,86
2b	1.446,5	52,1	12,0	0,60	20,65
3b	1.268,8	64,7	12,9	0,68	27,24
4b	1.644,4	74,6	6,7	0,46	26,61
1c	893	105,8	43,1	0,90	24,41
2c	717,1	60,4	14,5	0,42	27,02
3c	899	53,0	12,9	2,1	25,22
4c	1.127	70,6	14,0	1,56	18,14

La comparación de las pendientes naturales de la primera porción del primer tramo tiene muy poco valor. La duración es tan corta—del tiempo de minutos—, que un pequeño error en el trazado de la recta conduce a valores extraordinariamente dispares. De todos modos, la cantidad de agua tomada hasta 30" es del mismo orden para todas las muestras, quizás con ligera tendencia a ser menor cuanto mayor es la cantidad de potasio y mayor la inducción.

En la segunda porción la pendiente natural va siendo menor cuanto mayor es la cantidad de potasio añadida para las muestras no inducidas de la serie *a* y la B; en las sometidas a tratamiento térmico esto sucede para las muestras con poco potasio, y la diferencia es tanto menor cuanto mayor es la inducción. Mayor cantidad de potasio supone mayor probabilidad de fijar partículas, y de aquí que el fenómeno sea más lento, por la necesidad de romper las uniones; a mayor inducción las uniones son más fuertes, y es esta solidez la que regula preferentemente la velocidad, por lo que los números tienden a igualarse. Para la tercera porción las relaciones son del mismo tipo.

Para el segundo tramo la tendencia general a aumentar la pendiente natural en las no inducidas al crecer la cantidad de potasio, se debe a la menor cantidad inicial de agua que contienen los iones K^+ frente a los H^+ (la pendiente natural de la muestra A es sólo 0.2), lo que supone una mayor toma de agua al irse separando las láminas. En las muestras inducidas el fenómeno es una superposición de los debidos a la solidez de retención de las láminas, la cantidad de agua que toman los potasios y la hidratación original, por lo que los números no guardan una secuencia definida.

La comparación de las distintas series permite apreciar diferencias entre las muestras no inducidas y las inducidas, tanto menores cuanto mayor es la cantidad de potasio añadida.

Estudiemos ahora con mayor detalle el comportamiento de las distintas muestras agrupadas por series y dentro de las mismas series.

COMPARACION DE C, A, SERIE *a* Y B

Si comparamos en principio todo el primer tramo en conjunto, obtenemos los siguientes valores:

MUESTRA	Tiempo	Agua	Pendiente natural
C	2 m	122,8	3664,0
A	10 m	160,7	964,2
1a	30 m	173,8	347,6
2a	1 h 45 m	194,6	111,1
3a	1 h 57 m	190,6	97,7
4a	2 h 48 m	167,0	59,6
B	7 h 26 m	174,3	24,0

Consideremos en primer lugar el tiempo: va aumentando a medida que crece la cantidad de potasio.

La explicación es la siguiente: cuando no existen cationes (C), la toma de agua es capilar y muy rápida; los poros quedan libres de tensiones y no tiene que hidratarse ningún catión; de aquí que la subida sea muy rápida pero el agua total tomada sea relativamente pequeña: más baja que en ninguna de ellas. La velocidad de toma de agua expresada por la pendiente natural es muy elevada.

Al hacer la muestra ácida, los cationes H^+ , con su gran poder polarizante, hacen que las partículas se unan fuertemente, formando agregados apenas sin carga eléctrica. De aquí la floculación fuerte que ejerce el catión H^+ . De todos modos quedan al exterior algunos de estos cationes con su campo eléctrico debilitado.

La existencia de H^+ en las superficies de los agregados ejerce una acción de freno a la subida capilar del agua, y el tiempo que tarda en realizarse el fenómeno es más largo en esta muestra (A) que en la anterior. En cambio, los cationes son capaces de hidratarse en parte y la cantidad total de agua tomada es mayor. La pendiente natural es todavía muy elevada pero mucho menor que en el caso anterior.

Al sustituir parte de los H^+ por K^+ (1a), la mayor parte de éstos quedarán situados en el interior de las láminas, pero algunos quedan en el exterior y unen partículas entre sí a través de capas de agua, y sin llegar a la coagulación del caso anterior (la muestra se dispersa más). La existencia de los K^+ hace que parte de los poros no sean accesibles fácilmente al agua (poros con tensiones), y de aquí que el fenómeno tarde más tiempo. De todos modos, al tener menos saturado su campo eléctrico son capaces de tomar más agua, y de aquí que el agua tomada en conjunto sea algo mayor. El fenómeno es más lento, como se puede ver por la pendiente natural.

La sustitución progresiva de iones H^+ por K^+ acentúa más el fenómeno anterior, como se puede ver en las muestras 2 y 3; siendo esta última ya muy análoga a la 2.

Un exceso de potasio, muestras 4a y B, ejerce la misma influencia en lo que se refiere a tiempo y pendiente natural. De todos modos, aquí hay que tener en cuenta otras acciones, para cuyo estudio es necesario subdividir el fenómeno total en sus partes constituyentes, que vienen expresadas en la tabla siguiente:

MUESTRA	Tiempo	A g u a	P E N D I E N T E		
			Natural	Logaritmica	
C	2 m	122,8	3.664,0	0,18	
A	10 m	160,7	964,2	0,39	
1. ^a	1a	4 m	59,2	888	0,40
	2a	1,25 m	56,5	2.713	0,43
	3a	1 m	67,2	4.020,2	0,43
	4a	2,25 m	50,1	1.336	0,39
	B	1,25 m	38,9	1.867	0,62
2. ^a	1a	—	—	—	—
	2a	11,75 m	47,7	243,6	0,25
	3a	18 m	44,7	148,9	0,18
	4a	18,75 m	29,3	93,8	0,20
	B	30,25 m	37,8	75	0,19
3. ^a	1a	26 m	114,6	264,5	0,55
	2a	1 h 32 m	90,3	59	0,30
	3a	1 h 38 m	78,8	48,2	0,28
	4a	2 h 27 m	87,6	35,7	0,33
	B	6 h 55 m	97,6	14,1	0,31

Para la primera porción el establecimiento de las pendientes logarítmica y natural es, como ya hemos dicho, difícil por el pequeño tiempo transcurrido. De todos modos, se puede ver que los tiempos son para todas las muestras del mismo orden, salvo para la 1a. En realidad, en ésta debe haber, como en las otras, una segunda porción, pero tan corta que es difícilmente apreciable y se comporta como si no la hubiera; la ascensión se produce capilarmente y ligeramente impedida por los potasios existentes, y por eso debe tardar más tiempo. La cantidad de agua tomada en esta porción es del mismo orden y grande. Si suponemos la existencia de uniones entre partículas, esta primera porción correspondería a subida capilar por los poros que quedan libres entre estos agregados de partículas. En el caso de la B existen menos de estos poros que se llenan en muy corto espacio de tiempo pero toman pequeña cantidad de agua. Algo análogo pasaría en la 4a.

La segunda porción presenta características bien definidas que se pueden explicar si se atiende a la suposición hecha: esta porción correspondería, en su mayor parte, a rompimiento de ligaduras entre

partículas. En la 1a con pequeña cantidad de potasio y situado preferentemente entre láminas, no existe esta segunda porción y la existencia de algo de potasio se manifiesta en el retraso que supone la primera porción. Para la 2a todavía existe pequeña cantidad de potasio interpartículas, ya que la cantidad añadida no cubre su capacidad de cambio. Existen ya uniones interpartículas que tienen que romperse, pero son pocas y el fenómeno es bastante rápido (ver pendiente natural). En esta muestra el fenómeno se diferencia algo del que corresponde a las otras muestras, como puede verse por la pendiente logarítmica, algo mayor. Debe superponerse en parte el que corresponde a la tercera porción.

Al aumentar la cantidad de potasio el fenómeno se unifica, ya que el número de uniones interpartículas va siendo mayor. El tiempo va aumentando ligeramente porque el poder coagulante, es decir, número de uniones y solidez de las mismas, es cada vez mayor; de aquí que la pendiente natural disminuya. Pero la analogía del fenómeno en todos los casos se manifiesta por la analogía de pendientes logarítmicas.

En la tercera porción, al aumentar la cantidad de potasio la imbibición capilar a través de los poros con tensiones es más difícil y el tiempo que tarda el fenómeno es cada vez mayor; esto se traduce en una disminución de la pendiente natural. Es de notar la rapidez con que transcurre esta parte del fenómeno en la muestra 1a, que hemos supuesto tiene poco potasio y, por lo tanto, pocos poros con tensiones. De todos modos, el alto valor de la cantidad de agua tomada y de ambas pendientes viene influido por la carencia en esta muestra de la segunda porción.

Consideremos ahora el segundo tramo. Una vez rotas las uniones entre partículas, libres éstas y llenos todos los poros de agua, ésta podrá penetrar entre las láminas, tendiendo a separarlas y a dejar en libertad los iones potasio. Este fenómeno resulta en principio lento, ya que las uniones entre capas deben ser más intensas que las uniones entre partículas, pero con cierta semejanza.

Para este tramo los valores son los siguientes :

MUESTRA	Tiempo	Agua	PENDIENTES	
			Natural	Logarítmica
C	18 h 48 m	15,3	0,81	0,02
A	52 h	10,3	0,2	0,052
1a	62 h 41 m	47,5	0,75	0,052
2a	135 h	84,0	0,62	0,082
3a	50 h 6 m	60,1	1,2	0,084
4a	9 h 15 m	34,9	3,76	0,097
B	17 h 42 m	42,5	2,4	0,098

Las pendientes logarítmicas del mismo orden de magnitud parecen indicar analogía de fenómeno. A pesar de ello, las diferencias significativas que existen entre ellas dan a conocer, que si bien el fenómeno es análogo, la composición de la muestra influye bastante en el desarrollo del mismo. Las diferencias entre 0.02 y 0.098 son suficientemente grandes para apoyar esta suposición. Es de notar, por una parte, la analogía entre A y 1a ; 2a y 3a, y 4a y B, que se ponía de manifiesto en la primera parte de la imbibición.

La duración del fenómeno resulta aquí mucho mayor que en el caso anterior. Las uniones entre capas son más numerosas y más fuertes que entre partículas ; las moléculas de agua deben emigrar desde la parte externa de las partículas y romper esas uniones mediante la energía que queda libre por la hidratación de los iones. La toma de agua depende de varios factores : de la posibilidad de tomar agua entre capas ; como la unión entre capas de la muestra C es muy fuerte, ésta no posee capacidad de hinchamiento y la cantidad de agua tomada es muy pequeña. De la hidratación anterior : si ésta es ya grande, es decir, existe bastante agua entre capas, ahora tomará poca, como sucede en la muestra A, para la cual la curva de deshidratación indica la gran cantidad de agua adsorbida ; lo mismo sucede para la 1a, aunque menos acusado, por lo que toma mayor cantidad de agua. Esto parecería indicar que a medida que aumenta la cantidad de potasio debería aumentar la cantidad de agua tomada. Sin embargo, hay que tener en cuenta el tiempo que dura el fenómeno.

Para las muestras 4a y B, con fuerte deshidratación anterior, la cantidad de agua tomada debería ser mucho mayor de lo que es, pero

en realidad, y como indica la pendiente natural, la velocidad de toma de agua está de acuerdo con esta deshidratación. Se podría pensar que no todas las láminas unidas toman todo el agua que pueden, pero las que lo hacen lo hacen con rapidez.

COMPARACION DE LA SERIE *b*

Considerando todo el primer tramo en conjunto, se tiene:

MUESTRA	Tiempo	Agua	Pendiente natural
1b	1 h 21 m	182	140
2b	12 h 35,4 m	235	18,6
3b	9 h	188,4	20,9
4b	24 h	238,7	9,6

Se pueden hacer aquí consideraciones del mismo tipo que en el apartado anterior. En la 1b, con pequeña cantidad de potasio, éste fija preferentemente láminas y pocas partículas entre sí, por lo que el fenómeno en su conjunto resulta rápido respecto a las otras muestras, como lo indica la pendiente natural. Las muestras 2b y 3b son bastante análogas, y en la 4b influye poderosamente la cantidad de potasio.

La separación de distintos fenómenos parciales da el siguiente cuadro:

	MUESTRA	Tiempo	Agua	PENDIENTES	
				Natural	Logaritmica
1. ^a	1a	1,15 m	49,1	2.648	0,58
	2b	2,25 m	54,2	1.446,5	0,46
	3b	2,3 m	48,6	1.268,8	0,37
	4b	1,5 m	41,1	1.644,4	0,36
2. ^a	1b	12,45 m	48,7	234,7	0,27
	2b	34,6 m	36,5	52,1	0,19
	3b	27,7 m	29,9	64,7	0,19
	4b	28,5 m	35,4	74,6	0,17
3. ^a	1b	49,65 m	84,3	101,8	0,40
	2b	11 h 58,5 m	144,2	12,0	0,31
	3b	8 h 30, m	109,9	12,9	0,30
	4b	24 h	162,2	6,7	0,31

En la primera porción del fenómeno el tiempo en el cual se realiza es tan pequeño que pueden venir afectadas por grandes errores. Sin embargo, parece que en la 1b, con mayor número de capilares libres de tensión, la pendiente natural es mayor y la falta de total similitud en el proceso se acusa por una pendiente logarítmica mayor. En la 2b el fenómeno es aún algo marcado en lo que se refiere a la pendiente logarítmica.

En la segunda porción existe una diferencia clara entre la 1b y el resto de las muestras que se manifiesta en todas las magnitudes, pero esencialmente en pendiente natural y logarítmica. Que el fenómeno se produzca en menos tiempo y tome mayor cantidad de agua se puede explicar del modo siguiente: existen pocas uniones partícula-partícula, debido a la existencia de poco potasio, y de aquí que su ruptura exija menor cantidad de tiempo. La pendiente logarítmica, por otra parte, más elevada, permite suponer que exista en parte cierta imbibición capilar que explicaría la mayor cantidad de agua tomada.

Las otras tres muestras son muy análogas entre sí; únicamente cabría pensar que en 4b no todas las uniones se rompen durante la segunda porción, y eso explicaría el tiempo largo que emplea para la tercera porción y la baja pendiente natural de esta parte.

Para el segundo tramo los valores son:

MUESTRA	Tiempo	Agua	PENDIENTES	
			Natural	Logarítmica
1b	34 h 48 m	29	0,83	0,038
2b	91 h 1 m	55,1	0,60	0,10
3b	159 h	110,4	0,68	0,16
4b	270 h 36 m	104,0	0,38	0,16

Existe una gran diferencia de nuevo entre la muestra 1b y el resto. En la 1b hay algunas láminas unidas por potasios y otras por hidrógeno. El tiempo es largo, como sucede siempre en este tramo, y la cantidad de agua tomada pequeña, porque las láminas con hidrógeno tienen ya bastante cantidad de agua y hay pocos potasios por hidratar.

A medida que hay más potasios existen mayor número de láminas fijadas y el tiempo va aumentando. También aumenta la cantidad de

agua tomada, pero ésta depende del número de láminas fijadas y del número de ellas que quedan en libertad, lo que podría explicar el valor un poco bajo para 4b.

Las pendientes logarítmicas del tercer tramo, crecientes con la cantidad de potasio (el potasio se disocia más que el hidrógeno), parecen indicar que la imbibición osmótica se hace mayor con la cantidad de este ión.

COMPARACION DE LA SERIE c

Para el primer tramo en conjunto, tenemos:

MUESTRA	Tiempo	Agua	Pendiente natural
1c	1 h 30 m	149,9	99,0
2c	7 h 45 m	192,3	24,8
3c	7 h 35 m	173,0	22,8
4c	6 h 27 m	154,0	23,9

De un modo menos acentuado que en la serie *b*, las consideraciones son del mismo tipo: diferencia entre la 1c y el resto de las muestras, cada vez más análogas.

Para los distintos fenómenos parciales resulta:

MUESTRAS	Tiempo	Agua	PENDIENTES		
			Natural	Logarítmica	
1. ^a	1c	4,5 m	67	893	0,47
	2c	5 m	59,8	717	0,34
	3c	3,5 m	52,5	899	0,32
	4c	2,25	42,3	1.127	0,56
2. ^a	1c	20,5 m	36,5	105	0,24
	2c	27 m	27,2	60,4	0,20
	3c	31,5 m	27,9	53,1	0,19
	4c	30,25 m	26,8	53,1	0,20
3. ^a	1c	1 5 m	46,7	43,1	0,29
	2c	7 h 3 m	105,3	14,5	0,29
	3c	7 h	92,6	12,9	0,30
	4c	6 h 2 m	85	14,1	0,30

En la primera porción, la 1c, con más capilares, toma más agua y tarda más tiempo que la 4c, en la cual debe haber pocos capilares y que tiene unas pendientes natural y logarítmica superiores, con las reservas que para esta porción hemos indicado en otras ocasiones.

Para las otras porciones las diferencias que encontrábamos en las muestras de la serie *b* entre el cabeza de serie y el resto se van atenuando, debido a que al estar más sólidas las láminas es la fuerza de retención, más que el número de ellas, la que rige la naturaleza y velocidad del fenómeno, sobre todo en su segunda porción. De todos modos, siempre el cabeza de serie se comporta de un modo especial.

El segundo tramo se revela para las distintas muestras de acuerdo con la tabla siguiente:

MUESTRA	Tiempo	Agua	PENDIENTES	
			Natural	Logarítmica
1c	53 h	47,8	0,90	0,077
2c	255 h 45 m	108,6	0,42	0,13
3c	16 h 10 m	33,9	2,1	0,16
4c	56 h 39 m	88,6	1,6	0,20

Para estas muestras no se encuentra la regularidad manifestada en las muestras *b*. El fenómeno para la 1c debe ser análogo al de la 1b. Para la 2c los valores dados resultan un poco ficticios, ya que en la representación gráfica no se puede apreciar un tercer tramo. En la 3c y 4c influye la cantidad de potasio fijada, pero no se conoce el número de láminas que pueden quedar en libertad. En realidad, el proceso parece ser muy lento y cabe que mientras dura haya una superposición de imbibición osmótica mediante los cationes que van quedando en libertad. La lentitud del proceso representado por el segundo tramo hace que los cationes entre éste y el tercer proceso no haya un tránsito bien definido.

En el tercer tramo las pendientes están de acuerdo con la cantidad de potasio existente.

COMPARACION DE LAS MUESTRAS I

Para el primer tramo en conjunto, resulta:

MUESTRA	Tiempo	Agua	Pendiente natural
1a	30 m	173,8	347,6
1b	1 h 2 m	182,1	176,2
1c	1 h 30 m	149,9	99,2

Si bien la cantidad de K añadida a estas muestras es la misma, parece ser que el proceso de inducción ejerce acciones bien definidas. Por una parte, en la no inducida parece quedar menos potasio, ligando partículas y, sobre todo, esta unión es menos fuerte y va creciendo con el período de inducción; de aquí que el fenómeno sea más rápido: según la serie 1c-1a.

Parcialmente considerado este primer proceso, se encuentra una primera porción análoga para las tres. El número de poros sin tensión es aproximadamente el mismo.

Para la 1a el número de partículas unidas es tan pequeño y la unión tan débil, que la segunda porción, que es debida a la ruptura de estas uniones, no se puede decir que exista. La 1c tarda más tiempo y tiene unas pendientes más pequeñas, porque en ella hay algo más de potasio entre láminas y, sobre todo, más firmemente unido. La disminución de pendientes en la tercera porción, según el orden 1a-1c, está de acuerdo con mayor cantidad de potasio entre láminas y cierta superposición de fenómenos, debido a la solidez de retención de las partículas.

Para el segundo tramo los valores son:

MUESTRA	Tiempo	Agua	PENDIENTES	
			Natural	Logaritmica
1a	62 h 41 m	47,5	0,75	0,052
1b	34 h 48 m	29	0,83	0,038
1c	53 h	47,8	0,90	0,077

Tenemos que suponer que se superponen dos fenómenos: número de láminas entre las cuales hay potasios; naturaleza de la retención

de estas capas por el potasio. Si, como hemos indicado, la cantidad de partículas que fija entre sí el potasio crece de 1a-1c, queda menos potasio para situarse entre las láminas. De aquí que tarde más tiempo en la 1a. Respecto a la 1c, tarda más tiempo que la 1b, porque las láminas están más sólidamente unidas.

COMPARACION DE LAS MUESTRAS 2, 3 Y 4

En todos los casos las muestras correspondientes a la serie *b* tardan más tiempo en el primer tramo y las *a* menos que las *c*, de modo que respecto al tiempo creciente se colocan $a < c < b$. Considerando que ya hay suficiente cantidad de potasio para que en todos los casos se formen uniones entre partículas, esto se puede explicar suponiendo que en el caso de las *b* estas uniones se rompen todas y queda en libertad tal cantidad de potasio que el proceso de imbibición impedida resulta muy lento (es en esta tercera porción donde se hacen más sensibles las diferencias); en cambio, en la 3c parte de estas uniones quedarían sin romper, en esta parte del proceso.

El segundo tramo viene influido en parte por este comportamiento; hay partículas que separar y existen también láminas unidas. Por otra parte, la solidez de retención, así como el número de láminas y partículas unidas, varía. De aquí que la marcha no sea la misma para los tres casos. En las muestras *b*, en que deben romperse todas las uniones entre láminas, el tiempo depende de la cantidad de láminas fijadas que aumentan con la cantidad de potasio puesto. En cambio, en las *c* deben romperse en este tramo las uniones entre partículas y también aumenta el número con la cantidad de potasio creciente.

En el tercer tramo la pendiente logarítmica varía con la cantidad de potasio puesto en libertad, lo que depende de todos los factores citados.

CONCLUSIÓN

En las muestras estudiadas podemos atender a cuatro cosas distintas: influencia de la sustitución progresiva del ión H^+ por el ión K^+ ; influencia de la fijación del K^+ ; naturaleza de la fijación del potasio y mecanismo del fenómeno de imbibición.

La influencia de la sustitución progresiva del H^+ por K^+ se ma-

nifesta en lo siguiente: la cantidad de potasio que penetra en el complejo de cambio es mayor; la cantidad de agua de hidratación es menor y se van fijando cada vez mayor número de partículas, por lo que en la imbibición capilar se pueden diferenciar tres porciones, de las cuales una corresponde a ruptura de uniones entre partículas.

La influencia de la fijación del potasio se traduce en que la cantidad de potasio reemplazable es menor al aumentar la fijación; el agua de hidratación también es menor y la solidez de retención entre partículas y entre láminas es cada vez mayor, hasta el punto de no poderse romper o sólo en parte esta última.

El potasio se fija preferentemente entre láminas con una solidez que depende del número de veces que se ha inducido la fijación, pero también se fija entre partículas, siendo la naturaleza de esta fijación análoga a la de la fijación entre láminas, pero algo menos fuerte. Hay cierta tendencia a la formación de compuestos de tipo mica, pero la cantidad de potasio fijado es siempre mucho menor que la existente en la mica, y por eso las propiedades difieren notablemente. Hay que tener en cuenta que en la mica existe un potasio por celdilla unidad, mientras que en la bentonita la capacidad de cambio supone, como máximo, 0.33. Si se tiene en cuenta, además, que no se fijan tantos potasios como corresponde a la capacidad de cambio, sino, según Levine y Joffe (20), algo menos de la mitad, se comprende que las analogías con la mica no puedan ser más que cualitativas, pero no cuantitativas.

La imbibición consta, en general, de tres tramos bien definidos, que, de acuerdo con la suposición de Gutiérrez Ríos y Martín Vivaldi (7) se corresponden con imbibición capilar, ruptura de uniones entre láminas (eventualmente partículas) e imbibición osmótica. En determinados casos, sin embargo, cabe suponer que la parte correspondiente a imbibición capilar está compuesta de tres procesos: imbibición puramente capilar, rápida, por capilares libres de tensiones; ruptura de uniones entre partículas, tanto más lenta cuanto mayor sea el número de éstas unidas y mayor la solidez de unión (si ésta es muy grande puede no llegarse a romper todas durante el tiempo que tarde el fenómeno y terminan de romperse juntamente con algunas uniones entre láminas); imbibición capilar a través de poros con tensiones, debido a la cantidad de cationes que quedan libres en el proceso anterior, tanto más lenta cuanto mayor es el número de di-

chos cationes, juntamente con algo de imbibición osmótica producida por estos cationes libres.

La naturaleza del fenómeno en la segunda parte de este proceso es la misma que la que suponemos para el segundo tramo, si bien parece que de menor intensidad, porque la unión entre partículas es más débil que entre láminas. De aquí que esta parte dure menos tiempo que el considerado como segundo tramo en el proceso total.

También el tercer tramo, de imbibición osmótica, presenta ciertas analogías con la tercera porción del primer tramo, pero en esta última hay una imbibición capilar que se superpone (y generalmente predomina) sobre la osmótica y que hace que la pendiente logarítmica sea mayor. A medida que la cantidad de cationes puestos en libertad en la segunda porción del primer tramo aumenta, predomina la imbibición osmótica sobre la capilar (ésta cada vez más impedida), y las pendientes logarítmicas tienden a igualarse con las del tercer tramo, en que también existen gran cantidad de cationes.

En el tercer tramo la pendiente logarítmica crece al aumentar la cantidad de cationes y la disociación de los mismos en la micela.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL.
Sección de Química Analítica de Granada.

RESUMEN

Se preparan muestras de bentonita en las cuales se ha inducido la fijación de potasio, variando la cantidad de potasio añadida, así como el período de inducción.

En ellas se estudian las variaciones que produce la sustitución progresiva del ión hidrógeno por el ión potasio; la fijación del potasio y la naturaleza de dicha fijación en la cantidad de agua adsorbida y en la imbibición, y se estudia al mismo tiempo el mecanismo de este último fenómeno. La fijación del potasio se produce preferentemente entre las láminas, aunque también en menor escala entre las partículas, lo que se traduce en que el fenómeno de imbibición capilar queda subdividido en varios fenómenos parciales, uno de los cuales es la separación de partículas.

SUMMARY

Bentonite samples were prepared in which a potassium fixation was induced, varying the quantity of potassium added, as well as the induction period.

The variation in the samples were studied which the progressive substitution of the hydrogen ion by the potassium produces; the fixation of potassium and nature

of the fixation in the quantity of water adsorbed in the imbibition, and at the same time the mechanism of the latter phenomenon was studied. The fixation of potassium occurs preferably among the laminae, and also among the particles although on a smaller scale. The interpretation offered is that the phenomenon of capillary imbibition is subdivided into various partial phenomena, one of these being the separation of particles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALLAWAY, H., y PIERRE, W. H. 1939. Availability fixation, and liberation of potassium on high lime soils. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 31: 940-953.
- (2) BARTHOLOMEW, R. P., y JANSSEN, G. 1931. Rate of adsorption of potassium and its possible effect on the amount of potassium remaining in soils from applications of potassium fertilizer. *Ark. Agr. Expt. Sta. Bul.*, 265.
- (3) BLUME, J. M., y PURVIS, E. R. 1939. Fixation and release of applied potash on three coastal plain soils. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 31: 857-868.
- (4) BRAY, R. H., y DE TURK, E. E. 1938. Release of potassium from non replaceable forms in Illinois soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 3: 101-106.
- (5) CHAMINADE, R. 1936. Sur le passage à l'état non échangeable du potassium dans les sols. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 203: 6-2-684.
- (6) GUTIÉRREZ RÍOS, E., y HERNANDO, L. 1947. Yacimientos de bentonita en Marruecos español. *An. Inst. Esp. Edaf: Ecol. y Fis. Veg.*, VI: 53-78.
- (7) ——— y MARTÍN VIVALDI, J. L. 1949. Silicatos de estructura laminar: I. Hidratación. *An. Fis. y Quim.*, XLV, B: 291-342.
- (8) ——— y MARTÍN VIVALDI, J. L. 1949. Silicatos de estructura laminar. II. Imbibición. *An. Fis. y Quim.*, XLV, B: 343-358.
- (9) HOAGLAND, D. R., y MARTÍN, J. C. 1933. Absorption of potassium by plants in relation to replaceable, nonreplaceable, and soil solution potassium. *Soil. Sci.*, 36: 1-32.
- (10) ——— y MARTÍN, J. C. 1935. Absorption of potassium by plants and fixation by the soil in relation to certain methods for estimating available nutrients. *Trans. 3. Int. Cong. Soil Sci.*, 1: 99-103.
- (11) HOYOS DE CASTRO, A., y MARTÍN VIVALDI, J. L. El sistema estático agua-suelo. Monografías de Ciencia Moderna. En prensa.
- (12) JOFFE, J. S., y KOLODNY, L. 1938. Effect of alternate drying and wetting on the base exchange complex with special reference to the behavior of the potassium ion. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 3: 107-111.
- (13) ——— y LEVINE, A. K. 1939. Relation of potassium fixation to the exchange capacity of soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 4: 157-161.
- (14) ——— y LEVINE, A. K. 1946. Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils: I. Release of fixed potassium. *Soil. Sci.*, 62: 411-419.
- (15) ——— y LEVINE, A. K. 1947. Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils: II. Associative fixation of other cations particularly ammonium. *Soil. Sci.*, 63: 151-158.
- (16) ——— y LEVINE, A. K. 1947. Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils: III. Factors contributing to the fixation process. *Soil. Sci.*, 63: 241-247.

- (17) KELLEY, W. P.; JENNY, H., y BROWN, S. M. 1936. Hydratation of minerals and soil colloids in relation to crystal structure. *Soil. Sci.*, 41: 259.
- (18) KOLODNY, L. 1938. Mechanism of potassium fixation in soils and the availability of fixed potassium to plants. Tesis doctoral. Editor, Rutgers University Library. New Brunswick N. J.
- (19) LEVINE, A. K. 1939. Relation of potassium to the exchange capacity of soils. Tesis doctoral. Editor, Rutgers University Library. New Brunswick. N. J.
- (20) ——— y JOFFE, J. S. 1947. Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils: IV. Evidence of fixation through the exchange complex. *Soil. Sci.*, 63: 329-335.
- (21) ——— y JOFFE, J. S. 1947. Fixation of potassium in relation to exchange capacity of soils: V. Mechanism of fixation. *Soil. Sci.*, 63: 407-416.
- (22) MATTSON, S. 1929. Laws of soil colloidal behavior: I. *Soil. Sci.*, 28: 179-220.
- (23) MERING, J. 1946. On the hydration on montmorillonite. *Trans. Faraday Soc.*, 42B: 205-219.
- (24) NAGELSCHMIDT, G. 1939. Identification of minerals in soil colloids. *Jour. Agr. Sci.*, 29: 477-501.
- (25) PETERSON, J. D., y JENNINGS, D. S. 1938. A study of the chemical equilibrium existing between soluble salts and base exchange compounds. *Soil. Sci.*, 45: 277-298.
- (26) ROSS, C. S., y HENDRICKS, S. B. 1945. Minerals of the montmorillonite group. U. S. Dep. Inst. (Geological Survey). Washington. 1.^a ed.
- (27) SHAW, W. M., y Mac INTIRE, W. H. 1936. Relationship between watersoluble, replaceable, and fixed fractions of potash additions to soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1: 143-148.
- (28) TRUOG, E., y JONES, J. R. 1938. Fate of soluble potash. *Indus. and Eng. in Chem.*, 30: 882-885.
- (29) VOLK, G. W. 1938. The nature of potash fixation in soils. *Soil. Sci.*, 45: 263-276.

NOTAS PARA LA FLORA GALLEGA

por

ERNESTO VIEITEZ

Por ser Galicia una región botánicamente poco estudiada, justifica cuanta contribución se haga para aumentar los actuales conocimientos que de su flora se poseen. Por esta razón y no otra, nos atrevemos a redactar esta corta nota, sin más afán que el de contribuir modestamente a incrementar el caudal de conocimientos de nuestra flora. En ella damos a conocer una serie de especies, que suponemos citas nuevas o raras, acumulada en numerosas excursiones botánicas realizadas a través de la región gallega, en diversas épocas de los años 1947 y 1948.

El hecho de que la fortuna haya puesto en nuestro camino alguna especie de indudable interés y nos cupiese la suerte de hallarlas por vez primera en Galicia, no debe ser considerado como caso de mayor mérito que simples hallazgos. Galicia, con relativa frecuencia ofrece sorpresas de esta naturaleza, y no son necesarios ni grandes herborizaciones ni penosos sacrificios para tener la suerte de toparse con hallazgos como los nuestros. Díganlo si no las localidades en donde fueron halladas la mayoría de las especies que aquí citamos, todas ellas de fácil y cómodo acceso.

La determinación de la mayoría de las especies citadas, la hemos realizado en los laboratorios de Botánica de la Facultad de Farmacia de Santiago, no pocas veces con la valiosa ayuda del Profesor Bellot. Otras las hemos identificado aprovechando nuestra estancia en Coimbra y en Kew Gardens, donde nos fué posible usar de un insuperable material bibliográfico y de herbario. A todos cuantos han facilitado mi labor expreso las sinceras gracias.

Ranunculus Bupleuroides Brot.

Hemos recogido esta especie a la orilla de un pequeño cauce de agua que discurría cercano a la aldea de Cerdeira (\pm 800 m. a.), en

el Valle del Paraño (Sierra del Testeiro); prácticamente, en los límites de las provincias de Pontevedra y Orense, aunque dicha aldea pertenece a la provincia de Orense, siendo fácilmente alcanzada desde la carretera que une ambas capitales de provincia. No era abundante, y el número de ejemplares recogidos apenas pasó la media docena, alguno de ellos todavía con las flores sin abrir. Aunque hemos herborizado en varias partes de esta comarca en diversas ocasiones, no hemos vuelto a hallar nuevas localidades, de la misma especie.

En la bibliografía consultada no aparece este ranúnculo citado para Galicia, no habiéndola visto anteriormente en otras partes de la región. Creemos que se trate de una nueva especie a adicionar a la flora gallega.

A pesar de los contados ejemplares que hallamos, no descartamos la posibilidad de que se halle en otras sierras gallegas. En el país vecino, Pereira Coutinho, la cita en Alentejo, Beira y Miño, y Gonçalves Sampaio la menciona en terrenos incultos desde el Miño hasta Alentejo.

Repasando el *Prodromus* de Willkomm y Lange, y el *Supplementum* del primero, no la hemos encontrado citada en España. Pero en cambio Colmeiro, en su «Enumeración», al hablar de esta especie dice: «...en Castilla la Nueva, cerca de Colmenar Viejo (Reut.); Sierra de Engarcerán, Barranco de la Guitarra (Lge.)».

Ranunculus nigrescens Freyn.

La hemos encontrado en la misma sierra que hallamos el *R. Bupleioides* Brot. a unos \pm 900 m. a., en las cercanías de las localidades de Portela y La Hermida (Orense), en donde crece abundantemente, no dudando que se halle en otras muchas localidades más de la Sierra del Testeiro, tanto en la parte correspondiente a la provincia de Orense como a la de Pontevedra.

No la habíamos visto con anterioridad, considerándola como rara en Galicia a juzgar por nuestras observaciones y por las citas que de la misma hace el P. Merino, situadas en lo más recóndito de la región: «en el Incio, junto a la posesión llamada «La Puebla»; entre Villajuán y Louzara y en la cumbre de Peña Rubia (Lugo)». Colmeiro, en su «Enumeración», lisa y limpiamente la menciona en Galicia sin localidad, y otro tanto hace Planellas en su «Ensayo».

Fumaria capreolata L. var. *albiflora* Ham.

Recordamos haber visto escasos ejemplares de la especie en las

proximidades de la nueva estación del ferrocarril de La Coruña. La variedad la recogimos en unos muros próximos al cementerio de La Esclavitud (La Coruña), en donde crecía abundantemente.

Tanto la especie como la variedad parecen escasas en la región, no habiéndolas vuelto a ver en nuevas localidades. Ya el P. Merino las considera como raras, «habiendo visto la especie en el Valle de Louzara, en las inmediaciones de Santalla, sitio llamado Penalba (Lugo). La variedad fué recogida por el Sr. Castro Pita cerca de Lugo, y en El Ferrol por Lange». Colmeiro, en sus «Recuerdos botánicos», la menciona en Galicia, sin indicar localidad, y Pourret la cita en Orense.

Diplotaxis eruroides DC.

No sabemos que haya sido citada hasta el presente en Galicia. La herbORIZAMOS en las proximidades de la línea férrea, trayecto comprendido entre Villagarcía de Arosa y Catoira (Pontevedra).

Honckenyia peploides Ehrh.

Pese a que hay varias citas de esta planta en la región, creemos no está por demás agregar una nueva en los arenales de Cangas (Pontevedra), en donde la hemos recogido. El P. Merino la menciona en los arenales de la desembocadura del río Miño, Bouzas, La Toja, Cies y Ons (Pontevedra); Lange, «en las orillas del lago Doniñas». Planellas en las inmediaciones del Castillo de San Diego (La Coruña); Texidor, en los arenales de Redondela (Pontevedra); Pourret, entre Saagenjo y Combarro (Pontevedra) y arenales de Vigo. Cita estas que hemos recogido en la obra del P. Merino.

Oxalis purpurea L.

O. variabilis Jacq. et var. *rubra* Jacq.; *O. luxula* Jacq.; *O. rigida* Jacq.; *O. humilis* Th.; *O. purpurea* var. *humilis* (Th.) R. Knuth; *O. speciosa* Jacq.; *O. stictophylla* Sond., et. var. *major* Sond.; var. *hautanensis* R. Knuth; *O. laburnifolia* Jacq., var. *angustifolia* Sond.; *O. sanguinea* Jack.; *O. arthrophylla* Turcz.; *O. breviscapa* Jacq.; *O. decipiens* Schltr.

Esta especie, de origen sudafricano, crece profusamente en los campos cultivados próximos a la estación ferroviaria de Villagarcía de Arosa (Pontevedra), particularmente los situados en dirección a Carril hasta llegar a la misma orilla del mar. Es abundante en los citados campos, y dada la naturaleza de estas plantas no hay que dudar, a menos que se detenga su propagación, que llegará a ser una verdadera plaga en espacio de no largos años.

Sabemos que esta especie está citada en el vecino país, en donde se ha aclimatado en las regiones Centro y Norte, pero desconocemos que anteriormente a nosotros haya sido citada en Galicia, y también en el resto de España. Sinceramente, creemos que es una nueva especie para la flora española.

Omphalodes Kuzinskyanae Wk.

En los primeros días del mes de mayo de 1948 y en compañía de un grupo de alumnos de Botánica de la Facultad de Farmacia de Santiago, hicimos una excursión a la costa coruñesa de la ría de Arosa. Con ocasión de estar herborizando en la hermosa playa de «Palmeira», en Santa Eugenia de Riveira, tuvimos la suerte de encontrar esta hermosa plantita de Willkomm, y que fácilmente nos hubiese pasado desapercibida por su pequeño tamaño y aspecto identificado con las arenas, a pesar de que era bastante abundante, si bien su área de crecimiento estaba confinada a una pequeña zona situada hacia el extremo alejado del pueblo. Los ejemplares recogidos estaban bien desarrollados, bastantes con flores y la mayoría ya con frutos sazonados, dando la sensación de estar la floración un poco pasada.

Como es sabido, esta especie fué hallada por vez primera por Mme. Kuzinsky en el Cabo da Roca, Cintra (Lisboa), y enviada para su estudio a Willkomm, quien la dedicó a su descubridora. La descripción de esta plantita, acompañada de una hermosa ilustración, está hecha en las *Illustrationes*. Willkomm, muy acertadamente, ya pone de manifiesto el enorme parecido que hay entre su nuevo *Omphalodes* y el *O. littoralis* de Lehmann que crece en la costa occidental francesa. Al hacer la diferenciación entre ambas especies, señala: «se distingue claramente de la planta francesa por sus corolas menores y blancas; por sus pedúnculos horizontalmente abiertos en estado fructífero y, sobre todo, por sus carpillos, cuyos bordes interiores no son dentados, sino enteros».

Cuando comparamos los ejemplares que hallamos en la playa de «Palmeira» con los ejemplares del herbario del Jardín Botánico de Coimbra, pudimos ver que eran del todo semejantes a los hallados por Mme. Kuzinsky. No cabía la menor duda de que era la especie de Willkomm hallada por primera vez en España.

Las circunstancias de hallarme en Inglaterra me permitió consultar el magnífico herbario del Royal Botanic Gardens de Kew, y ver con detenimiento numerosos pliegos de *Omphalodes littoralis* Lehm. recogidos por Willmott en Fouras y por Gadenceau en Quiberon,

ambas en la costa occidental francesa. Indudablemente, y como ya indicó Willkomm, el parecido entre ambas especies es muy grande; pero nos sorprendió el poder comprobar que los caracteres fundamentales en que Willkomm asentó la diferenciación de su especie de la de Lehmann no coinciden plenamente, sino que hay algunas diferencias. Así, por ejemplo, el color de las flores del *Omphalodes* francés no siempre es blanco. A pesar de la dificultad que suele presentar el material de herbario para apreciar este carácter, hemos comprobado cómo algunos ejemplares tenían las flores con los lóbulos corolinos netamente de un matiz azulado, similar al que presenta la especie de Willkomm. Pero en donde nos hemos visto más sorprendidos ha sido al comprobar cómo en bastantes ejemplares del *O. littoralis* el borde interior de los carpelos no era liso, sino espinoso. Bien entendido que este carácter no lo presentan todos los ejemplares estudiados de *O. littoralis*, sino parte de los mismos.

Indudablemente, estos hechos todavía hacen más estrechas las relaciones entre los dos *Omphalodes*, y quizás éstas y no otras hayan sido las razones para clasificar como *O. littoralis* los ejemplares recogidos por Scarlett en las arenas cercanas al mar en Ana (Lisboa), y que figuran en el herbario de Kew en un pliego que reproducimos fotográficamente en la lámina III.

Muy probablemente cuando el gran Willkomm hizo la descripción de su *Omphalodes* y estableció las diferencias con su vecino el *Omphalodes* de Lehmann, no debió disponer de suficiente número de ejemplares del último para poder apreciar bien los caracteres del mismo. Pero, ciertamente, su especie está tan cerca de la de Lehmann, que creemos sería conveniente hacer una revisión a fondo de la misma y ver si realmente es una nueva especie o si se trata de una simple forma o variedad del *Omphalodes* francés que llegó hasta las costas portuguesas y españolas.

Phellipea arenaria Wallp.

Parece ser especie francamente rara en Galicia. La única cita que conocemos es del P. Merino, en las proximidades de la desembocadura del río Miño. Nosotros la hemos hallado en el borde de la carretera que conduce al Sanatorio de la playa de La Lanzada (Pontevedra), pero tan sólo unos cuantos ejemplares que crecían sobre *Trifolium repens*.

Solanum villosum Lam.

La hemos visto en las proximidades de la vía férrea, trayecto Puente-Cesures a Catoira (Pontevedra), cerca de la primera localidad. El propio P. Merino la da como rara y dice «vió contados ejemplares en «Las Ermitas», en el camino que va desde la Resurrección al Santuario. Lange la menciona en Orense».

Erigeron Karwinskianus DC. var. *mucronatus* (DC.) Asch.
E. heterophyllus Kth. et Bouch.; *E. leucanthemifolium* Schauer;
E. subulatus Nobile; *Vittadinia triloba*.

Espécie originaria de Méjico, Guatemala y Venezuela, ampliamente distribuída por numerosos países europeos, en alguno de los cuales está cultivada. Ya la menciona el P. Merino como existente en Galicia. En el herbario de Kew vimos un pliego con unos ejemplares recogidos por Schaefer en Vigo, durante el mes de junio de 1935. Nosotros la hemos visto en numerosos sitios de la región: Vedra (La Coruña), Lourizán, Marín, «La Guía» (Vigo); Redonde'a, puente internacional de Tuy, Marín y Prado (Pontevedra). Como dato curioso hemos de indicar que en todas estas citas, esta planta crece sobre muros o en la base de los mismos, haciéndonos pensar que esto puede estar en relación con el carácter de la misma citada en varios países sobre terrenos calcáreos, y que en Galicia apareciese aprovechando la cal empleada en la preparación del mortero utilizado en los muros.

Ixia paniculata Delaroché.

Ixia longiflora Berger; *I. longiflora* Lam.; *Gladiolus longiflorus* Jacq.; *Tritonia longiflora* Kers.; *Hyalis longiflora* Salisb.; *Morphixia paniculata* Baker; *Tritonia paniculata* Klatt.

En uno de nuestros frecuentes viajes Santiago-Pontevedra nos intrigó la presencia de ciertas vistosas plantas que crecían profusamente en los prados próximos a la vía férrea, en el trayecto comprendido entre Villagarcía y Rubianes (Pontevedra). El hermoso colorido de sus flores contrastaba notablemente con el fondo verde de los prados, por lo que resultaba fácil notar su presencia. Posteriormente fueron herborizados por Casaseca, quien recogió abundantes y completos ejemplares. Su identificación, en principio, no nos fué posible realizarla, por carecer de las oportunas obras, pero más tarde, y en Coimbra, pudimos reconocer en ellos a la *Ixia paniculata* Delaroché, de origen sudafricano y que se halla introducida en varios países europeos. Sospechamos que en nuestro caso proceden de algún jardín,

aunque no hay que descartar la posibilidad de que fuesen introducidas por el mar, muy cercano al lugar en donde fueron hallados. Creemos que es una especie nueva para la flora de Galicia.

Sporobolus Poiretii Hisch.

Agrostis compressa Poir.; *Axonopus poiretii* Roem. et Schult.; *Agrostis tenuissima* Kuntze; *Vilfa berteaorana* Trin.; *Sporobolus tenuissimus* Kuntze; *Sporobolus tenacissimus* P. Br.; *Sporobolus heteroonus* Hitch. et Chase.

Especie de origen americano que se encuentra en algunos puntos de los alrededores de Pontevedra, especialmente en la parte de la carretera de Orense, en donde hemos recogido varios pliegos. Es una especie nueva para la flora gallega.

Cyperus Eragrostis Lam.

- *C. declinatus* Moench.; *C. vegetus* Willd.; *C. monandrus* Roth.; *C. ochrocephalus* Stend; *C. glaber* Pourr.; *C. gracilis* J. Buch.; *C. Buchananii* Kirk.; *C. serrulatus* S. Wats; *C. vegetus* α *obtusangulus* O. Ktze.; *Eycyperus vegetus* Palla.

Esta especie, ampliamente difundida en el continente americano, de donde es originaria, por vez primera la encontramos muy escasa en una cuneta de la carretera que conduce a la fábrica de conservas de Massó, en el «Salgueirón», Cangas (Pontevedra). Posteriormente la hemos visto crecer profusamente en la finca del Palacio de Lourizán (Pontevedra). Ambas localidades están en la costa, muy próximas al mar.

No sabemos que con anterioridad a nosotros la hayan citado en Galicia, para la que se puede dar como una nueva especie. En el resto de España conocemos una cita de Lange en las orillas del Nervión (Bilbao), y cuyos ejemplares hemos visto en el herbario de Kew, y otra de Pourret, cerca de Castellón de la Plana.

Potamogeton pusillus L.

Mencionada por el P. Merino en las aguas del río Miño, entre Cadelas y Salvatierra (Pontevedra), es una especie rara en las aguas gallegas. Nosotros tan sólo la hemos recogido en el río Langüelle y en la presa de la central eléctrica, ambas cerca de Ordenes (La Coruña).

Callitriche hamulata KÜth.

No es frecuente encontrar esta especie en Galicia. La hemos recogido en los riachuelos de «Vilar do Rio», Prado-Lalín (Pontevedra),

en donde crece con relativa abundancia. El P. Merino tan sólo la encontró «en los carchos formados a unos 400 m. del cauce del río Cave, frente a Ber (Lugo)».

Cellitriche truncata Guss.

La recogimos en la presa de la central eléctrica de Ordenes (La Coruña). Es una nueva especie para Galicia.

Tkypba latifolia L.

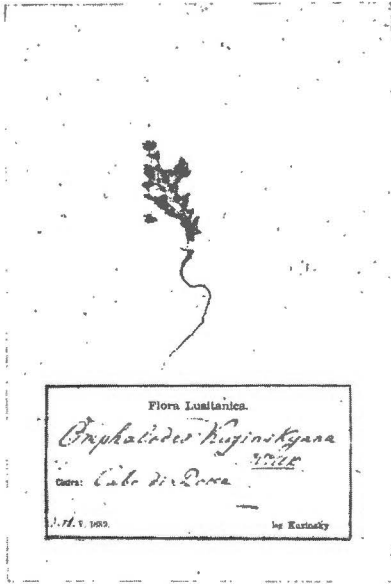
Es una planta muy rara en la región. Encontramos escasos ejemplares en las proximidades de un pequeño puente de la línea férrea, trayecto comprendido entre Catoira y Puente-Cesures (Pontevedra). El P. Merino ya la consideró muy escasa y la menciona solamente en la «Isla Americana», en el río Miño, proximidades de Goyán (Pontevedra).

Webbera sessilis (Schmid.) Lindb. ex Broth.

Buxbaumia foliosa L.; *Webbera diphyscium* Ehrh.; *Diphyscium foliosum* Mohr.; *Diphyscium sessilis* (Schmid.) Lindb.; *Buxbaumia sessilis* Scheimidel; *Hymenopogon heterophyllum* P. B.; *Brium Hallerianum* Neck.; *Brium phascoides* Jacq.; *Phascum Hallerianum* Poll.; *Phascum Halleri* O. F. Müller; *Phascum maximum* Lightf.; *Phascum montanum* Huds.

Encontramos este diminuto y curioso musgo en un pequeño talud en pleno robledal, en Prado-Lalín (Pontevedra), asociado al *Pogonatum manus* y *Pogonatum aloides*. No era abundante, sino más bien muy escaso en su forma típica fructificada. Más abundante y entremezclada con la anterior había abundantes ejemplares de la forma estéril, muy fáciles de diferenciar de los primeros.

Creemos que se trata de una nueva especie para la flora briológica gallega. Si bien no es extraño que se hallare en esta región, teniendo en cuenta la amplia área de dispersión de esta especie. En Portugal ha sido repetidamente hallada por numerosos autores; así, Ervideira la menciona en Serra de Geres, Fonte da Moura (Porto), Ponte de Limia, Povoá de Lanhoso (Coimbra), Vale de Canas, Guimaraes y Moledo do Minho. Según A. Machado, también está en la Serra de Geres (Link, J. Henriques, M. Ferreira), Ponte de Lima, Povoá de Lanhoso (G. Sampaio), Guimaraes (A. Luisier), Moledo do Minho (A. Machado).



Ejemplar del *Omphalodes* de Willkomm recogido por Mme. Kuzinsky en el «Cabo da Roca» (Portugal) y que figura en el herbario del Jardín Botánico de Coimbra.



Ejemplares del *Omphalodes kuzinskyanae* WK. herborizados en la costa gallega, playa «Palmeira» cerca de Santa Eugenia de Riveira (La Coruña).

LÁMINA II



Ejemplares de *Omphalodes* que procedentes de «Ana» Lisboa figuran en el herbario del *Royal Botanic Gardens* de Kew como pertenecientes al *O. littoralis* Lehm.



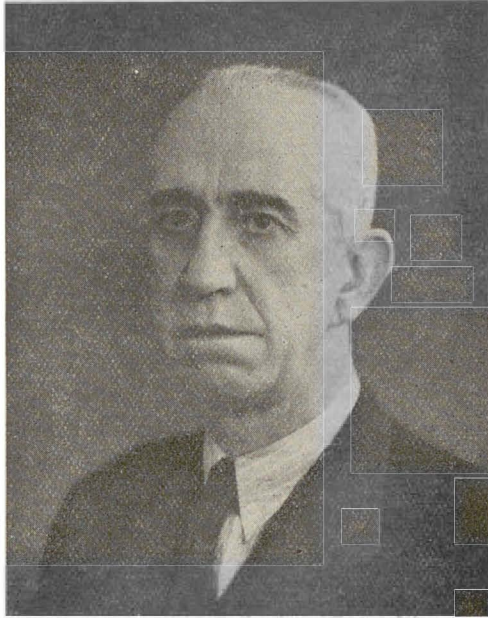
HERBIER E. GADECEAU 10011
22
Omphalodes littoralis Moench
Sables Maritimes,
Quiberon,
17 Mai 1874 (Moussier)

Ejemplares del *Omphalodes* francés, del herbario de E. Gadeceau, que se hallan en el *Royal Botanic Gardens*, Kew.

BIBLIOGRAFÍA

- BAKER. 1892. Handbook of Iridaceae.
- COLMEIRO, M. 1849. a) Recuerdos botánicos de Galicia.
—— 1885. b) Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitana e islas Baleares.
- COUTINHO, A. X. P. 1939. A Flora de Portugal.
- DYER Y BAKER. Flora capensis, vol. VI.
- ENGLER, A. 1935. Das Pflanzereich, IV:20.
- ERVIDEIRA, A. 1917. Contribuição para o estudo da Flora Brio'ógica de Portugal.
- GONÇALES-SAMPAIO. 1947. Flora Portuguesa.
- HITCHCOCK, A. S. 1936. Manual of the grasses of the West-Indies.
- LANGE, J. 1860-65. Pugillus Plantarum imprimis hispanicarum.
- LÁZARO e IBIZA, B. Compendio de la Flora Española.
- MACHADO, A. 1913. Muscíneas do Minho.
- MERINO, B. Flora descriptiva e ilustrada de Galicia, y Suplemento.
- PLANELLAS, J. 1852. Ensayo de una flora fanerogámica gallega.
- REDOUTÉ, P. 1802-16. Les Liaces.
- SALTER, T. M. 1944. The genus *Oxalis* in South Africa. A taxonomic revisión.
- WILLKOMM, M. 1893. a) Supplementum Prodromi Flora Hispanicae.
—— 1886-926. b) Illustraciones Flora Hispanicae insularunque e Balearium.
—— et LANGE, J. 1861-80. Prodromus Florae Hispanicae.





PROFESOR JUAN MARCILLA ARRAZOLA †

El día 16 de agosto de este año ha fallecido D. Juan Marcilla Arrazola. Al dar esta noticia queremos expresar el sentimiento de todos cuantos intervenimos en la redacción de los ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL, ya que D. Juan, que tenía como una de sus virtudes más destacadas la bondad, supo hacerse querer de todos los que asiduamente colaboran en esta Revista.

Si en su vida de investigador no cultivó la rama edafológica, su relación con los edafólogos fué manifiesta y destacó recientemente al presidir el Sr. Marcilla la Junta organizadora de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo y en la cariñosa y cordial acogida que dispensó a esta Sociedad al reunirse en el mes de junio de este año en la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos, de la cual era Director.

Ha muerto un hombre de ciencia que será muy difícil reemplazar, porque es costoso llenar el hueco que deja quien ha dedicado su vida

entera a la investigación, al trabajo, a la familia, a hacer el bien con la máxima generosidad. Al morir deja una estela: el legado de una vida limpia, que podrá ponerse a los estudiosos como ejemplo, como norma de conducta a seguir; norma impresa en una vida con relevantes virtudes humanas en las cuales se hallaban prendidas virtudes sobrenaturales que le daban una serena personalidad.

Que su vida fué de trabajo intenso se pone bien de manifiesto en los datos que damos a continuación:

Nacido el 27 de diciembre de 1886 en Madrid, ingresó en la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos en el año 1904, cursando en ella su carrera y consiguiendo matrículas de honor en todos los cursos y finalmente el título de honor. En el año 1910, recién terminados sus estudios, es destinado a la Estación Enológica de Villafranca del Panadés, en donde bajo la dirección del ilustre Ingeniero agrónomo D. Cristóbal Mestre, completa su formación vitícola y enológica que tantos frutos había de dar más tarde. Allí inicia, con el Dr. Sala, sus estudios microbiológicos a los que tanta atención ha dado después en su vida de investigador.

En el año 1915 fué destinado a la Estación Ampelográfica Central y en 1924 obtiene la Cátedra de Viticultura y Enología en la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos. Por iniciativa suya se crea la Cátedra de Microbiología Agrícola, de la cual fué titular, desempeñando a la vez la Cátedra de Enología e Industrias de Fermentación. En el año 1933 fué nombrado Director del Centro de Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas, desarrollando en este Centro, en unión de los Ingenieros agrónomos Ajas y Feduchy, el estudio sistemático y fisiológico de las levaduras de «flor» de los vinos de Jerez.

Supo de los malos tratos de una checa durante la revolución roja y fué declarado cesante por desafecto al régimen. Inmediatamente después de ser liberado Madrid, desempeñó el cargo de Delegado de la Capital del Ilmo. Sr. Director General de Agricultura, cargo que tuvo interinamente hasta el traslado a Madrid de dicho Ministerio. Al mismo tiempo se le nombra, primeramente con carácter interino y más tarde con carácter definitivo, Director del Instituto Nacional Agronómico (Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos y Profesional de Peritos Agrícolas). También fué nombrado colaborador del Instituto de España.

Desde la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, D. Juan Marcilla ha realizado en este organismo una destacada e intensa labor, poniendo sin reservas todo su esfuerzo para con-

tribuir a su mejor desarrollo. Comenzó sus investigaciones dentro del Consejo en el Laboratorio de Fisiología Vegetal del Jardín Botánico de Madrid y más tarde en la Sección de Fermentaciones que se creó en el Instituto de Biología «Santiago Ramón y Cajal». A la muerte del Dr. Suñer, ocupó la dirección de este Centro, cargo que desempeñó hasta la reciente creación del Instituto de Microbiología General y Aplicada. En este Centro realizó estudios sobre levaduras-*pienso*, fermentación cítrica, isopropilbutílica, fijación del nitrógeno, etc.

Pero además, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha desempeñado los cargos de Vicepresidente, Presidente del Patronato «Alonso de Herrera», Consejero Técnico (Asesor del Patronato «Juan de la Cierva») y Director de la Sección de Fermentaciones Industriales de dicho Patronato.

Sus destacados méritos científicos le llevaron a ocupar la Vicepresidencia del *Office International du Vin*, de París; la Dirección de la Estación de Química Agrícola del I. N. I. A.; el cargo de Vocal de la Real Sociedad Geográfica de Madrid, y el de Académico de Número de la R. A. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y el de Académico electo de la R. A. de Farmacia.

Estaba en posesión de las Grandes Cruces del Mérito Agrícola y Alfonso X el Sabio.

Los estudios vitícolas y enológicos que llevó a cabo al comienzo de su carrera no los abandonó en el resto de su vida y prueba de ello son la organización, construcción y dirección de numerosas bodegas cooperativas (Cintruénigo, Peñafiel, La Seca, Arganda, etc.), así como otras muchas particulares.

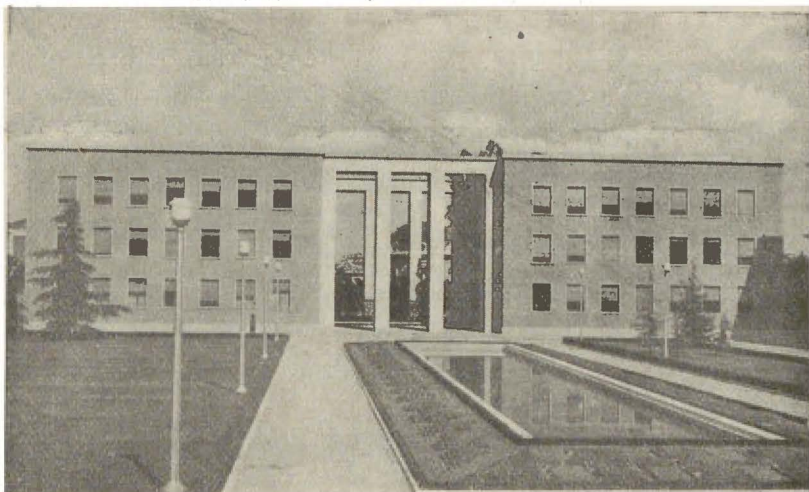
Asistió a numerosos Congresos Internacionales de la Vid y del Vino, Plantas Tropicales, Industrias Agrícolas, etc., etc. en Roma, Lausana, Sevilla, Madrid, Barcelona, París, Dinamarca, Bruselas, etc., sorprendiéndole la muerte cuando se disponía a salir para Río de Janeiro, como Jefe de la representación española en el V Congreso Internacional de Microbiología.

Es autor de numerosas obras, artículos y trabajos de divulgación. Merecen citarse entre todas: «Contribución al estudio de las levaduras, que forman velo sobre ciertos vinos de elevado grado alcohólico» (en colaboración con los Sres. Alas y Feduchy). Varias comunicaciones en colaboración con los Srs. Alas y Xandri sobre el estudio de la fermentación cítrica por la especie *Aspergillus niger*. «Posibilidades españolas para la síntesis biológica de las proteínas»

(en colaboración con el Sr. Feduchy). «La fijación del nitrógeno atmosférico en los suelos». «Las bacterias de las nudosidades de las leguminosas». «Fundamentos científicos de la fabricación de levaduras prensadas y alimenticias». «Las materias primas españolas para la fabricación de levaduras-pienso (en colaboración con el Sr. Feduchy). «Inoculación de semillas de leguminosas con bacterias radicícolas» (en colaboración con los Sres. Aguirre y Xandri). «La fabricación de levaduras-pienso a partir de los rizomas tuberosos de gamones». «Tratado práctico de Viticultura y Enología españolas» (Obras premiadas por el *Office International du Vin*, de París.)

La muerte de D. Juan Marcilla ha traído a la ciencia española, como habrá podido apreciar el lector, la pérdida de una de sus más genuinas representaciones.

Dios habrá premiado sus muchas virtudes.



INSTITUTO DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL

LABOR DESARROLLADA DURANTE EL AÑO 1949 (*)

PERSONAL DIRECTIVO

Director: Prof. Dr. D. José M.^a Albareda Herrera.

Vicedirector: Prof. Dr. D. Lorenzo Vilas López.

Secretario: Prof. Dr. D. Tomás Alvira Alvira.

Secciones de Madrid

Química Analítica.—Jefe: Prof. Dr. D. Fernando Burriel Martí.

Química Física.—Jefe: Prof. Dr. D. Vicente Aleixandre Ferrandis.

Tipos de Suelos.—Jefe: Prof. Dr. D. José M.^a Albareda Herrera.

Jefe adjunto: Prof. Dr. D. Tomás Alvira Alvira.

Física del Suelo.—Jefe: Ing. D. José Antonio Jiménez Salas.

Petrografía Sedimentaria.—Investigador encargado: Dra. D.^a Josefina Pérez Mateos.

Humus y Fisiología Vegetal.—Jefe: Prof. Dr. D. Cruz Rodríguez Muñoz.

(*) Extracto de la Memoria anual reglamentaria. Retirado del número anterior por exceso de original.

Microbiología.—Jefe: Prof. Dr. D. Lorenzo Vilas López.
Lisímetros.—Jefe: Prof. Ing. D. Luis Cavanillas Rodríguez.
Tecnología Mecánica del Suelo: Jefe: Prof. Ing. D. Eladio Aranda Heredia.

Secciones de Granada

Química Física.—Jefe: Prof. Dr. D. Enrique Gutiérrez Ríos.
Química Analítica.—Jefe: Prof. Dr. D. Angel Hoyos de Castro.
Microbiología.—Profesor agregado: Prof. Dr. D. Vicente Callao Fabregat.
Fisiología Vegetal.—Profesor agregado: Prof. Dr. D. Luis Recalde Martínez.

Durante el año 1949, ha sido creada una Sección de «Tecnología Mecánica del Suelo», siendo designado Jefe de la misma el Catedrático de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos, Ing. D. Eladio Aranda Heredia. Han sido incorporados al Instituto como Profesores agregados, el Catedrático de la Universidad de Barcelona, Dr. D. Arturo Caballero López (Ciencias), y los de Granada, Dres. D. Luis Recalde Martínez y D. Vicente Callao Fabregat (Farmacia).

El Instituto, en sus tareas investigadoras, cuenta con la colaboración, desde octubre del corriente año, del Jefe del Laboratorio de Edafología, del Instituto para las Investigaciones Agrícolas Alpiras de Admont y Profesor del Instituto de Geología y Edafología de la Escuela Superior de Agricultura de Viena, Dr. Ing. Walter Kubiena, una de las primeras autoridades mundiales de la Ciencia del Suelo. El Dr. Kubiena centra actualmente su atención sobre los problemas morfológicos y tipológicos de los suelos españoles, alternando esta labor con trabajos de laboratorio sobre biología edáfica.

LABOR INVESTIGADORA

Ha continuado en el transcurso de 1949 el análisis sistemático de los suelos españoles que permitirá en su día trazar el mapa edáfico de nuestra patria, y se han montado nuevas técnicas para el análisis de los elementos útiles a las plantas. En cuanto a las arcillas se refiere, se han efectuado estudios sobre análisis térmico diferencial de las

mismas y caolines, y también trabajos desde puntos de vista físico-químicos y técnicos acerca de ellos. Subvencionados por el Patronato «Juan de la Cierva», de Investigación Técnica, se han llevado a cabo estudios de aplicación sobre talcos españoles y masas cerámicas esteatíticas, y paralelamente otros de identificación de materiales arcillosos nacionales de interés industrial.

En física del suelo han sido objeto de atención, entre otros temas, la comparación de diversos métodos de medida de la humedad y el potencial capilar del suelo en el campo. Por otra parte, las condiciones de formación de tierras pardas españolas, el examen de los tipos de suelos de nuestra zona del Protectorado, la resolución de problemas de Petrografía sedimentaria (en su doble aspecto científico e industrial) y las determinaciones de materia orgánica de las tierras de nuestro país, han constituido direcciones de trabajo para los investigadores de otras ramas. Asimismo, han sido iniciados trabajos cartográficos de suelos, encontrándose en curso la elaboración del Mapa tipológico de España.

Finalmente, en el campo biológico podemos citar, entre otras investigaciones a cargo de las Secciones correspondientes, las relativas a polifenoles en semillas de algarrobo, prados naturales, viabilidad de las esporas del carbunco en distintos tipos de suelos, fermentación bacteriana en humus estables y diversos estudios sobre penicilina.

Una treintera de trabajos ya publicados, y otros cuarenta más, en buena parte terminados y sólo pendientes de publicación, resumen, de manera concreta, los resultados obtenidos por los investigadores del INSTITUTO en los temas citados.

PUBLICACIONES

En la Colección de Monografías de Ciencia Moderna, ha aparecido la titulada «Génesis de la arcilla», de la que son autores el Profesor Hoyos de Castro y el Dr. González García.

Otro miembro del INSTITUTO, el Prof. Gutiérrez Ríos, ha publicado, editada por el Patronato «Juan de la Cierva», su obra «Bentónitas españolas», que obtuvo el primer premio «Juan de la Cierva 1948».

Revista

Creados los ANALES DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE EDAFOLOGÍA, ECOLOGÍA Y FISILOGÍA VEGETAL, como órgano del Instituto, el aumento

del ritmo de trabajo transformaba la revista en semestral primero y cuatrimestral más tarde. El continuado crecimiento de las tareas del Instituto y, por otra parte, la mayor amplitud para las colaboraciones de la Revista acordada por la dirección de la misma, determinaron el cambio de nombre y periodicidad de ella: a partir de primero de 1949 los ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL, continuadores de los anteriormente citados, aparecen cada dos meses.

En las 824 páginas del tomo VIII, correspondiente a 1949, han aparecido junto a las firmas de miembros del Instituto y de otros centros españoles, las de destacados colaboradores extranjeros. Podemos citar entre éstos: Prof. D. A. Frey Wyssling, Director del *Pflanzenphysiologisches Institut* de la *Eidg. Technische Hochschule*, de Zurich; Dr. Franc Mihelčič de Osttirol, Austria; Dr. Douglas M. C. MacEwan, de la *Rothamsted Experimental Station*, de Inglaterra, y Prof. Dr. Paul Schaufelberger, Jefe del Instituto de Pedología de la Federación Nacional de Cafeteros, de Colombia. Asimismo, se han visto notablemente incrementadas las secciones de Información y Bibliografía.

Independientemente de las colaboraciones individuales, los ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL cuentan con la cooperación colectiva de las siguientes entidades:

- Centro de Estudios del Tabaco. Sevilla.
- Estación Experimental de *Aula Dei*. Zaragoza.
- Instituto de Aclimatación de Almería.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.
- Laboratorio de Caminos, de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Sociedad Española de Ciencia del Suelo.
- Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

BIBLIOTECA Y MATERIAL

La Biblioteca se ha visto incrementada notablemente y en especial sus Secciones de Agricultura, Química y Ciencia del Suelo, elevándose actualmente sus fondos a un total de 1.700 libros y 11.000 separatas y folletos, y recibándose normalmente alrededor de las 140 revistas. Entre éstas figuran como colección completa, aparte de las publicadas por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y otros Organismos culturales españoles, importantes publicaciones extranjeras:

Soil Science, Annales y Bulletin de l'Institut Pasteur, Agronomia Lusitana, Chemie der Erde, Bodenkunde und Pflanzenernahrung, Soil Survey, Rothamsted Memoirs, etc. Más de 6.000 obras, entre libros y revistas, han sido servidas para su consulta.

En cuanto al material de investigación se refiere, cabe destacar la adquisición, entre otros aparatos, de un dilatómetro diferencial, máquina para medir resistencias mecánicas de tierra, horno de fritar, puente de Wagner, un permeámetro y un espectrógrafo Hilger.

REUNIONES Y CONFERENCIAS

Formando parte de la correspondiente delegación española, asistió a la XV Conferencia de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, celebrada en Amsterdam, durante la primera quincena de septiembre, el Prof. Burriel Martí.

Durante los meses de febrero a mayo, y a cargo de los Profesores Aleixandre y Gutiérrez Ríos, tuvo lugar en el Instituto una segunda parte del curso «Origen, Constitución y Clasificación de los Suelos. Su influencia en la vegetación y sus aplicaciones técnicas», perteneciente a los de Introducción a la Investigación, organizados por el Patronato «Juan de la Cierva» y cuya primera parte fué desarrollada en el año anterior por el Prof. Albareda.

En el Congreso Internacional de Pedagogía, celebrado en Santander durante el mes de julio, los Profesores Vilas y Alvira presentaron varias comunicaciones en relación con el régimen de funcionamiento de los Institutos de Enseñanza Media y Profesional.

Al igual que en años anteriores, han pronunciado conferencias en el Instituto destacados científicos extranjeros.

El Dr. Paul Schaufelberger, Director del Instituto de Suelos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, desarrolló en el mes de marzo un ciclo de conferencias con los siguientes temas: «Geología de Colombia. Relaciones del suelo con la Geología.—El clima de Colombia.—Relaciones del suelo con el clima.—Edad de los suelos.—Suelos colombianos y su clasificación».

A la conferencia de clausura asistieron los Ministros de Colombia y de Suiza en España.

En el mes de mayo fueron dos los científicos extranjeros que ocuparon la cátedra del Instituto: el Dr. Gunnar Erdtman, Director del Instituto de Palinología de Estocolmo, pronunció dos conferen-

cias con los títulos «Una nueva ciencia: La Palinología» y «La Morfología del polen y sus relaciones con la sistemática de las plantas». El Dr. W. A. Roach, Jefe de la Sección de Bioquímica de la Estación Investigadora de East Malling (Inglaterra), tras una conferencia-introducción acerca de «El diagnóstico de los excesos y deficiencias minerales en las plantas, por análisis e inyección», desarrolló un cursillo teórico-práctico sobre la especialidad con asistencia de numeroso personal investigador, alternándose coloquios y reuniones con experiencias en el campo y laboratorio.

El Dr. Douglas M. C. MacEwan, de la Estación Experimental de Rothamsted (Inglaterra), pronunció tres conferencias durante el mes de julio: «Estructura de las micas hidratadas», «Una clasificación provisional de los minerales arcillosos.—El análisis de la montmorillonita por series de Fourier» y «La adsorción interlamina de moléculas e iones». Ya en el mes de octubre, el Catedrático de Química Analítica de la Universidad de Gante (Bélgica), Dr. J. Gillis, dictó dos lecciones acerca de «La espectroquímica: sus aplicaciones al análisis químico».

Los Profesores Carda Aparici y Alía Medina, Catedráticos de Patología de la Facultad de Veterinaria de Madrid y de Geología, de la de Ciencias de Valladolid, respectivamente, dieron sendos coloquios ya en el curso 1949-50.

PENSIONADOS

Han sido pensionados para el extranjero los siguientes miembros del Instituto:

Prof. Dr. D. Vicente Alexandre Ferrandis, para el Instituto de Investigaciones de Oxidos y Silicatos de Gotenburgo (Suecia).

Prof. Dr. D. Enrique Gutiérrez Ríos, para efectuar trabajos sobre minerales del grupo de la montmorillonita en la *Plant Industry Station*, de Beltsville (Maryland); Estados Unidos de América.

Prof. Dr. D. Angel Hoyos de Castro, para visitar diversos centros edafológicos y agrícolas de Gran Bretaña.

Prof. Dr. D. Cruz Rodríguez Muñoz, para realizar investigaciones sobre cualidades agrícolas de los suelos y deficiencias en elementos nutritivos, en Inglaterra, y para visitar los centros de Fisiología Vegetal aplicada a la Agricultura de Upsala (Suecia).

Dr. D. Ernesto Vieitez Cortizo, para investigar sobre forrajes en diferentes centros ingleses y visitar, posteriormente, instituciones científicas de Suecia, Dinamarca, Bélgica y Holanda.

Dr. D. Ramón Dios Vidal, para trabajar sobre Fisiología Vegetal, en el *Rowett Institute*, de Inglaterra.

Dr. D. Gaspar González, para investigar problemas ecológicos y realizar trabajos en la *Grassland Improvement Station* y en el *Rowett Institute*, de Inglaterra.

Dr. D. José García Vicente, para efectuar trabajos sobre análisis mineralógico de arcilla y estructura cristalina de silicatos en la *Rothamsted Experimental Station*, de Inglaterra.

Dr. D. Valentín Hernando Fernández, para investigar sobre elementos fertilizantes y en especial sobre determinados problemas en relación con el fósforo radiactivo, en Aberdeen (Escocia).

Dr. D. Andrés Rodríguez Pérez, para estudiar las nuevas técnicas aplicadas al análisis químico que se realizan en los laboratorios del Prof. Breckpot en Lovaina (Bélgica).

Dr. D. Manuel Muñoz Taboadela, para realizar trabajos de investigación en la Universidad de North Wales, Bangor, con el Prof. Robinson y visitar la *Rothamsted Experimental Station*, en Inglaterra.

Dr. Dr. Juan de Dios López González, para trabajar sobre procesos de catálisis de adsorción en relación con los minerales de la arcilla, en Estados Unidos.

Dr. D. Juan Luis Martín Vivaldi, para realizar investigaciones sobre minerales de la montmorillonita en la *Plant Industry Station*, de Beltsville (Maryland), Estados Unidos.

OTRAS ACTIVIDADES

Han continuado, en conexión con el Patronato «Juan de la Cierva», las investigaciones sobre temas de aplicación en las secciones de Química Física de Madrid y de Granada, habiendo concedido el citado Patronato cinco becas a este Instituto para trabajos relacionados con sus fines. Prosiguiendo la estrecha relación mantenida con la Sección de Tierras de moldeo, del Instituto del Hierro y del Acero, se han remitido a este Centro los informes solicitados sobre diferentes materiales empleados en la Industria de la fundición.

El Secretario Intenacional de la Junta de Petrólogos sedimentarios, envió una comunicación invitando a formar parte de dicha en-

tidad y crear el Secretariado nacional correspondiente, a los especialistas de este INSTITUTO, siendo aceptadas ambas proposiciones.

En la sesión de clausura del Pleno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, fué concedido el primer premio «Juan de la Cierva 1948», al Jefe de la Sección de Química Física de Granada, Prof. Dr. D. Enrique Gutiérrez Ríos, por su trabajo «Bentonitas españolas».

Dos miembros del INSTITUTO obtuvieron Cátedras de Universidad: El Dr. Cruz Rodríguez Muñoz, Jefe de Sección, obtuvo la de Anatomía y Fisiología de los Vegetales y Botánica aplicada, correspondiente a la Facultad de Ciencias de Zaragoza; el Colaborador Dr. Benito Regueiro Varela, la de Microbiología, de la Facultad de Farmacia de Santiago de Compostela. En las oposiciones a Investigadores científicos del Consejo, obtuvieron plaza los Dres. D.^a Josefina Pérez Mateos y D. Ernesto Vieitez Cortizo; en las de Colaboradores, los Dres. D. Juan Luis Martín Vivaldi, D. José García Vicente, D. Manuel Muñoz Taboadela, D. Andrés Rodríguez Pérez y D. Valentín Hernando Fernández.

El Redactor-encargado de los ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL, asistió con una beca de la Dirección de Prensa al curso de periodismo de la Universidad Internacional «Menéndez Pelayo», de Santander, obteniendo el correspondiente diploma.

Durante el año han obtenido el grado de Doctor los siguientes miembros del Instituto:

D. Antonio Guerra Delgado, D. Juan Luis Martín Vivaldi, don Francisco González García, D.^a Antonia M.^a Medina Ortega, D. Juan de Dios López González, D. José García Vicente, D. Miguel Delgado Rodríguez, D. Ramón Suárez Acosta, D. Juan Ramírez Muñoz y D. Román Vicente Jordana.

Todas las tesis obtuvieron calificación de sobresaliente.

Constituida la Sociedad Española de Mecánica del Suelo, fué nombrado Secretario de ella D. José Antonio Jiménez Salas, Jefe de la Sección de Física del Suelo de este Instituto. El Jefe de la Sección de Química Analítica, Prof. D. Fernando Burriel, aceptó la invitación hecha por la revista *Analytica Chimica Acta*, para formar parte del Comité de redacción de la misma.

Las excursiones realizadas durante el presente año por el Instituto para recoger muestras de suelos y materiales vegetales, han sido las siguientes: una a Calatayud, Zaragoza (con visita a la Estación Experimental de *Aula Dei*); Ariño y Remolinos; en el mes de abril; otra;

en julio, a los valles de Ordesa, Plan y Benasque; una tercera, mediado el mes de septiembre, a las provincias de Palencia y Asturias, y otra, organizada por las Secciones de Granada, a Sierra Nevada, Alpujarras y Almería, en octubre. De los resultados obtenidos cabe destacar los correspondientes a la tercera, ya que en ella se recogieron, por primera vez en España, podsoles perfectamente definidos, en la región asturiana.

ENSEÑANZA E INVESTIGACION AGRICOLAS EN LA GRAN BRETAÑA

Continuando la labor informativa que iniciamos en nuestras notas, ya publicadas aquí mismo, sobre Enseñanza e Investigación agrícolas en Francia, vamos a ocuparnos ahora de la Gran Bretaña; pero antes de iniciar la reseña de las diversas modalidades de Centros y planes de enseñanza, ha de advertirse que muy rara vez será posible establecer, ni aun con una ligera aproximación, equivalencia alguna, no sólo entre títulos académicos británicos y españoles o franceses, sino ni siquiera entre actividades profesionales de tipo técnico agrícola de allá y de acá. La organización general de toda la enseñanza en Inglaterra y Escocia es algo tan radicalmente distinto de lo que aquí conocemos, que no es posible encontrar en ninguno de sus grados homología ni analogía alguna entre los estudios británicos y los españoles. Del mismo modo la organización de la vida profesional británica es tan distinta de la española que tampoco cabe buscar equivalencia entre los cometidos asignados a los profesionales de una misma actividad en uno y otro país, aun cuando en algún caso la denominación de los títulos académicos correspondientes pudiera hacernos suponer que existía esa equivalencia en los cometidos.

Actualmente, las enseñanzas agrícolas están en Inglaterra y Escocia orientadas para capacitar en uno de estos sentidos: Agricultura práctica, labor de asesoramiento e inspección, actividades agrícolas de tipo comercial, enseñanza agrícola e investigación agronómica. Sin embargo, en el momento actual no existen títulos académicos ni profesionales que capaciten de un modo legal expreso para desempeñar específicamente ninguno de estos cometidos. Para el reconocimiento oficial de tal capacidad existe, en los casos que luego

veremos, pruebas y exámenes establecidos por entidades oficiales o privadas para la concesión de ciertos diplomas, que, si bien de hecho son garantía de suficiencia en quien los posee, hasta ahora no han sido exigidos de forma legal para dedicarse a ningún cometido profesional especial. Sin embargo, la actual orientación de la política británica, en un sentido de creciente intervención estatal en todas las actividades profesionales, y muy particularmente en aquellas de algún interés económico, hace suponer que nos encontramos en un momento de transición y que no ha de pasar mucho tiempo sin que esta situación varíe profundamente. En todo caso, hay que tener en cuenta que los organismos que realizan las pruebas y exámenes antes indicados son completamente independientes de los Centros docentes, y puede concurrirse a tales exámenes con absoluta independencia del tipo de estudios y trabajos realizados y de los Centros en que aquéllos se cursaron, aun cuando en varios establecimientos de enseñanza se dan normalmente y como complemento de los cursos básicos otros de preparación para tales exámenes.

Intentaremos ahora dar un resumen de los diversos tipos de enseñanzas agrícolas que se dan actualmente en Inglaterra y Escocia.

LA AGRICULTURA Y LAS UNIVERSIDADES BRITÁNICAS

Entre Inglaterra y Escocia, son siete las Universidades que tienen establecidos ciclos completos de Estudios Agrícolas Superiores. Los planes a que se sujetan estos estudios varían considerablemente de unas Universidades a otras, ya que, como es sabido, las Universidades son, en general, fundaciones privadas de carácter local y no están sometidas a la dirección y tutela del Estado, como en nuestro país. En cada una de estas Universidades suelen coexistir varios planes de estudios que bien pueden conducir a la obtención del título académico de la misma Universidad, bien pueden servir de preparación para obtener el Diploma de Agronomía de carácter oficial. La duración de los cursos, así como la distribución de las materias y las condiciones exigidas para la admisión de los alumnos varían de unas Universidades a otras; pero es lo normal que existan planes de unos cuatro años para la obtención del *Honours B. Sc.* en Agricultura, y de tres para el *Pass B. Sc.*, con certificado de suficiencia en Agricultura, en tanto que los cursos de preparación para el Diploma de

Agronomía suelen tener un año de duración y estar dedicados a graduados universitarios en Agricultura o en Ciencias Económicas. También se dan cursos preparatorios con esta misma finalidad para alumnos sin estudios universitarios previos; pero en este caso la duración es en unas Universidades de dos años, y en otras de un año completo, más dos cursillos de invierno.

En todos los casos es requisito indispensable acreditar de modo efectivo la permanencia en una explotación agrícola durante un año completo, continuo o fraccionado, si bien algunas Universidades exigen tal requisito como condición previa al ingreso, en tanto que otras permiten que esta permanencia se realice bien en períodos de vacaciones, bien entre la terminación de los cursos y la colación del título correspondiente.

En varias Universidades se dan cursos de especialización para postgraduados, que frecuentemente no están sometidos a planes fijos, sino que cambian de unos años a otros con arreglo a las circunstancias.

En los cursos de carácter general que hemos indicado anteriormente son materias que se cursan en todas las Universidades, las siguientes: Botánica general y agrícola, Química, Zoología, Agronomía, Química agrícola, Higiene veterinaria, Economía agrícola (en algunos casos también Economía general), Matemáticas, Física y Geología. En algunas Universidades se puede optar por una sola de estas tres últimas materias. Además, en algunos planes de estudios se incluyen otras materias más especializadas, según la orientación que cada Universidad haya dado a sus estudios; así, en la Universidad de Oxford se atiende preferentemente al aspecto económico de la Agricultura, y se da, por consiguiente, mayor importancia y amplitud a las materias relacionadas con tal aspecto que a las de tipo técnico, y a éstas más que las de ciencia pura. En las Universidades escocesas los cursos se dan en asociación con los Colegios correspondientes, de tal manera que unas materias se cursan en cátedras de las Universidades y otras en los Colegios.

En todos los casos existen trabajos prácticos de campo que se realizan en granjas, propiedad de la misma Universidad o bien de alguno de los Colegios de carácter agrícola dependientes de ellas.

Aun cuando no se trate de estudios propiamente universitarios, señalaremos aquí que casi todas las Universidades británicas dan pe-

riódicamente cursos breves de extensión o de perfeccionamiento para agricultores prácticos.

LOS COLEGIOS AGRÍCOLAS

La diferencia esencial entre la enseñanza universitaria y las que se dan en estos Centros radica no sólo en el carácter más elemental y en la menor duración de los cursos, sino en que en los Colegios la orientación es de un tipo predominantemente técnico y nunca científica pura, predominando los trabajos prácticos sobre las enseñanzas doctrinales y teóricas. La duración normal de los cursos es de dos años, y la distribución de las materias varía, igual que en las Universidades, de unos Centros a otros, pero además en todos los Colegios se dan cursos especiales de preparación para el Diploma Nacional de Agricultura.

Los alumnos de los Colegios de Inglaterra, pero no los de Escocia, pueden, siguiendo cursos especiales, llegar a graduarse en la Universidad de Londres. Estos cursos cubren un período de tres años, salvo dispensa que se concede a quienes presenten certificado de haber cursado algunas disciplinas científicas en una Escuela Superior.

LOS FARM INSTITUTES

Preferimos utilizar el nombre británico a traducirlo por Instituto Granja o Granja Escuela, a fin de no crear confusiones por la analogía de estos nombres con los de otros Centros totalmente diferentes que pueda conocer el lector. Actualmente existen catorce Centros de este tipo en Inglaterra, encontrándose temporalmente cerrados por diversas circunstancias otros cuatro que habían venido funcionando hasta la última guerra. En Escocia no existe este tipo de Instituciones. Los cursos tienen carácter predominantemente práctico, pero no de un modo exclusivo, ya que se cursan también diversas disciplinas cuyos fundamentos científicos interesa conocer también de un modo teórico. La orientación general de la enseñanza tiende a instruir a los alumnos en los principios científicos que son base de la técnica agrícola. Las materias que se estudian varían también aquí de unos Centros a otros; pero normalmente se incluyen en los planes las siguientes: Suelos, Abonos, Cultivos, Productos ali-

menticios, Maquinaria, Agrimensura y Topografía, Contabilidad agrícola, Biología, Química aplicada, Horticultura, Lechería, Apicultura, Avicultura, Plagas (insectos y criptógamas).

Dado el carácter práctico de la mayoría de estas enseñanzas, las Universidades consideran como válido un curso de estas Instituciones para cubrir el requisito exigido de permanencia de un año en una explotación agrícola. Además, muchos alumnos efectúan aquí sus primeros estudios por considerarlos una buena preparación para estudios agronómicos superiores. Por otra parte, también concurren numerosos alumnos que no pretenden otra cosa sino adquirir un grado de capacitación técnica que les sea provechoso para el trabajo práctico del campo. Algunos de estos Institutos otorgan certificados que, aunque no tienen validez oficial, son estimados como índice de capacidad técnica agrícola.

PERMANENCIA EN GRANJAS

Como ya indicábamos anteriormente, la permanencia en una Granja durante un año agrícola completo tiene cierta consideración oficial como introducción práctica a la Enseñanza Agrícola Superior. Sin embargo, esta permanencia debe acreditarse de un modo oficial y está sometida al control de las autoridades locales, que han de certificar su realización. Los aspirantes a estudios agrícolas que desean cumplir este requisito suelen asesorarse para la elección de la explotación en que han de permanecer de los funcionarios de *Advisory Service* de los respectivos Condados, o bien de la misma Universidad o Colegio donde pretenden ingresar ulteriormente.

EL DIPLOMA NACIONAL DE AGRICULTURA

Este documento tiene la máxima consideración a efectos de acreditar la competencia agronómica de quien le posee; no obstante, hasta la fecha no ha sido exigido de modo legal para ocupar cargo alguno o desempeñar ninguna función específica. Para obtenerle es preciso sufrir un examen ante un tribunal designado por el *National Agricultural Examination Board*, organismo dependiente de la Real Sociedad Inglesa de Agricultura y de la Sociedad de Agricultura de Escocia. En este examen, en el que ninguna intervención tiene el

profesorado de las Universidades y Colegios en que han cursado los estudios los candidatos, deben éstos demostrar su madurez científica, y acreditar también un año como mínimo de permanencia en el campo. Las materias de examen son: Agricultura práctica, Maquinaria, Construcciones agrícolas, Química y Botánica agrícolas, Contabilidad, Zoología aplicada y Veterinaria. Estas materias pueden ser tomadas en conjunto o formando grupos, a elección del candidato. Conviene insistir en que para concurrir a tal examen no se exige en modo alguno acreditar estudios anteriores, aun cuando la realidad es que casi todos los aspirantes son graduados universitarios.

LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

Aun cuando la creciente intervención estatal en todos los órdenes de la vida británica, surgida como una necesidad de los tiempos de la guerra, va llegando al terreno de la investigación científica, no obstante, todavía la organización de la investigación agrícola en Inglaterra y Escocia difiere profundamente del tipo de total planificación dirigida por el estado que tiene en España o Francia. La mayor parte de los Centros de investigación británicos tienen su origen en Fundaciones privadas o dependen de las Universidades, que, como sabemos, tampoco son del Estado, y únicamente en los últimos años ha empezado éste a coordinar, por medio de sus organismos, las actividades de los diversos Centros investigadores y a crear sus Centros propios con arreglo a planes preestablecidos. Sin embargo, hace ya tiempo el Estado subvenciona y protege ampliamente a los Centros de carácter privado, cuya eficacia y prestigio quedan de manifiesto con sólo recordar los nombres de Rothamsted y Long Ashton, procedente el primero del esfuerzo individual de su fundador y sostenido durante muchos años por aportaciones privadas, y dependiente el segundo de la Universidad de Bristol, pero subvencionados fuertemente los dos en la actualidad por el Estado británico.

Con todo, puesto que actualmente el Estado se preocupa de coordinar actividades y aportar medios económicos, daremos un esquema de la actual organización, que más bien parece cosa transitoria, ya que se observa una tendencia decidida a la centralización, a la que normalmente habrá de llegarse en un plazo más o menos largo.

Dos son los organismos estatales relacionados con la investiga-

ción agrícola en la Gran Bretaña. Por un lado, el Consejo de Investigaciones Agronómicas, dependiente de la Corona a través del Consejo Privado, pero independiente del Ministerio de Agricultura; por otra parte, el Ministerio de Agricultura, del que depende el Servicio de Asesoramiento Agrícola y el Consejo de Perfeccionamiento Agrícola. Como se ve, únicamente la investigación de carácter puramente técnico depende del Ministerio, en tanto que la investigación científica es independiente. Es misión del Consejo de Investigaciones Agronómicas, por un lado, subvencionar y coordinar el trabajo de los Centros privados de investigación, así como de los laboratorios de las Universidades donde se trabaja en cuestiones agrícolas, y, por otro, ir creando nuevos Centros de investigación que llenen necesidades hasta ahora poco atendidas o en las que se requiera trabajar con mayor intensidad o en nuevas direcciones.

Entre los Centros independientes subvencionados por el Consejo, citaremos la Estación de Rothamsted, cuyo prestigio particularmente en todo lo relacionado con la ciencia del suelo no es necesario explicar ahora, y la Estación de Long Ashton, donde se trabaja en cuestiones de Pomología; también hay que citar el Instituto Nacional para Investigaciones de Lechería en Reading y la Estación de Invernaderos de Cheshunt. Entre los Centros dependientes del Consejo hay que citar la Estación de Compton, donde además de realizarse estudios sobre Patología animal se crían animales para otros Centros de experimentación, el Instituto de Genética y varios Laboratorios de Fisiología Vegetal.

Como Organismos dependientes del Ministerio de Agricultura y del Departamento de Agricultura de Escocia citábamos ya el Consejo de Perfeccionamiento Agrícola (*Agricultural Improvement Council*) y el Servicio Nacional de Asesoramiento Agrícola (*National Agricultural Advisory Service*). El primero de estos Organismos tiene por misión el estudio de las aplicaciones de todos los resultados de la investigación agrícola; es decir, que constituye el enlace entre la ciencia pura y la Agricultura práctica, por un doble camino, puesto que se encarga de plantear a los Centros investigadores los problemas surgidos en el campo y comunicarles los resultados de la experiencia obtenida por los agricultores, y, al mismo tiempo, lleva a los agricultores, a través del Servicio de Asesoramiento, los resultados obtenidos en el estudio de aquellos problemas, con lo que asegura el rendimiento práctico del trabajo investigador. Dependiendo del

Consejo existen en el ámbito rural comisiones formadas por técnicos y por agricultores prácticos, que son las encargadas de la ejecución y puesta en marcha de las directrices que marca el Consejo. Actualmente se está creando una amplia red de Granjas de experimentación, en las que se ensayará, ya en la escala real del trabajo de campo, el resultado de los trabajos en los campos de experimentación de los Centros investigadores. Estas Granjas funcionarán asesoradas por las Comisiones correspondientes y bajo la dirección superior del Consejo.

EL SERVICIO NACIONAL DE ASESORAMIENTO AGRÍCOLA

Este Organismo, establecido en 1946 para Inglaterra y el País de Gales, tiene como misión fundamental asesorar gratuitamente a los agricultores en todas las cuestiones de tipo técnico-agrícola relacionadas con la mejora e incremento de la producción.

Durante más de cincuenta años, antes de la creación del Servicio de Asesoramiento, el Gobierno y las Autoridades locales han venido concediendo subvenciones para la educación y perfeccionamiento de los agricultores en el aspecto técnico; así se había ido formando un personal capacitado para esta función asesora que trabajaba bajo la dependencia de diversos organismos técnicos de carácter local, pero no constituía cuerpo orgánico ni coordinaba sus actividades más allá de los límites de cada Condado, en el caso más favorable. Los Organismos oficiales prestaron asimismo su apoyo económico a los laboratorios y campos de experimentación de las Universidades, Colegios y Fundaciones privadas, donde con medios adecuados se podía realizar toda la labor de análisis de suelos y abonos, diagnóstico de plantas, etc., que los agricultores de la comarca solicitaban de aquellos Centros, bien directamente, bien a través de aquel personal asesor que antes indicábamos.

Durante la última guerra el Ministerio de Agricultura creó, ante la necesidad de incrementar al máximo la producción agrícola, los Comités Agrícolas Ejecutivos de Guerra. Estaban formados estos Comités por los agricultores más prestigiosos de cada Condado, y tenían la misión de elevar hasta el máximo posible la productividad del campo, sobre todo en productos alimenticios, atendiendo no sólo al aumento cuantitativo de las cosechas, sino también a la mejora de

las variedades cultivadas y de la ganadería, es decir, que tenían asignado un cometido amplísimo de elevación del grado de eficacia de la Agricultura en todos los órdenes, cometido que cumplieron a satisfacción, desempeñando un papel de primera magnitud en la resistencia de la Gran Bretaña durante los momentos más duros de la contienda. Estos Comités de guerra tuvieron que utilizar los servicios de todo ese Cuerpo asesor, más o menos inorgánico y disperso hasta aquel momento, y pudo comprobarse que la cooperación entre esos técnicos y los agricultores rindió todo el provecho necesario en aquellos días.

Con la creación del Servicio Nacional de Asesoramiento Agrícola ha continuado la cooperación de los técnicos con los Comités agrícolas de los Condados como sucesores de aquellos Comités de guerra, pero en la actualidad la labor de asesoramiento depende exclusivamente del Servicio Nacional, que funciona con una mayor unidad de dirección en todo el país. Quedan fuera del ámbito de acción de este Servicio las cuestiones de economía agrícola, de sanidad animal y de administración y organización; no obstante, los servicios veterinarios, aunque independientes del de asesoramiento, trabajan en la práctica, estrechamente unidos a ellos, hasta el extremo de que en muchas localidades se albergan ambos servicios en los mismos locales y tienen instalaciones en común.

Para la organización de estos servicios se considera dividida Inglaterra en ocho provincias agrícolas, en cada una de las cuales existe un Centro de asesoramiento, existiendo, además, cuatro Centros secundarios en poblaciones situadas en zonas de gran importancia agrícola y excesivamente distantes del Centro de la provincia correspondiente. En Londres, donde se encuentra la dirección del Servicio, existe un reducido cuartel general, formado por un pequeño núcleo de técnicos; con sus correspondientes auxiliares y algunos administrativos. La misión de este pequeño grupo no es en modo alguno investigadora, sino coordinadora del trabajo de los Centros provinciales, en los que reside el máximo de la actividad del Servicio.

Los Centros provinciales están equipados con varios laboratorios y una biblioteca, encontrándose además adscrita a cada Centro una Granja experimental, y en algunos una Estación de Horticultura. La organización de todos los Centros es uniforme, existiendo bajo la

dependencia inmediata del director, varios especialistas, distribuidos en las siguientes Secciones:

a) Ciencia pura: Edafología, Nutrición, Entomología, Fitopatología y Bacteriología.

b) Producción agrícola: Maquinaria agrícola, Agronomía, Pastos, Ganadería, Avicultura y Producción lechera.

c) Horticultura: Frutales, Hortalizas, Cultivos de invernadero y Floricultura.

d) Asesoramiento y extensión.

Cada especialista dispone de su laboratorio propio y del personal auxiliar necesario.

En cada Condado existe un oficial asesor del Condado que es al propio tiempo el primer funcionario del Comité agrícola, y varios especialistas, cuyo número y condición depende de las características locales. Los Condados se dividen en Distritos que, por término medio, comprenden un millar de explotaciones agrícolas, y en cada uno de estos Distritos existe a su vez un Comité local y un oficial asesor.

El sostenimiento del Servicio Nacional de Asesoramiento corre íntegramente a cargo del Estado, siendo en la actualidad el Presupuesto anual superior a dos millones de libras.

Dentro de la misión general del Servicio, que ya hemos indicado, cabe distribuir los siguientes aspectos:

a) Divulgación entre los agricultores de los nuevos conocimientos científicos y técnicos.

b) Asesoramiento en materias técnicas, tales como aumento de productividad, utilización de maquinaria, etc., bien a petición de los propios agricultores, bien cumpliendo instrucciones del Ministerio.

c) Experimentación sobre las posibilidades de aplicación en circunstancias locales determinadas de los resultados obtenidos en los Centros de investigación sobre problemas concretos.

d) Orientación técnica a los Comités agrícolas locales o de los Condados.

e) Dirección de la puesta en marcha de planes elaborados por el Ministerio para el aumento de la producción alimenticia.

f) Inspección y vigilancia de la marcha de las explotaciones agrícolas, en el sentido de lograr su mayor eficacia, lo cual es de la mayor importancia, ya que actualmente está legislado que el agricultor que no alcanza un grado satisfactorio de eficacia puede ser expor-

piado de sus tierras, y para tales expropiaciones es necesario e inaplicable el dictamen del Servicio Nacional de Asesoramiento Agrícola.

En cuanto a la selección del personal integrante del Servicio en la actualidad, aunque probablemente de modo transitorio, se recluta según el cometido que ha de desempeñar por uno de estos tres procedimientos:

1.º *Especialistas científicos*.—La mayoría son graduados universitarios. En muchos casos han realizado además algún curso de aplicación en materia agrícola. Es frecuente, aunque no exigible, que estén en posesión del Diploma de Agricultura.

2.º *Asesores*.—Suelen ser graduados en Agricultura o en Horticultura, procedentes de Universidades o Colegios. No suelen tener ni se les exige ningún estudio complementario que suponga especialización.

3.º *Especialistas técnicos*.—Son en su mayoría graduados en Agricultura u Horticultura, que además han realizado algún curso de especialización en Maquinaria agrícola, Fruticultura, Praticultura, etc.

La tendencia actual es a uniformar el tipo de preparación exigible, para lo cual se ha establecido ya un curso por el que han de pasar todos los miembros del Servicio que ingresen actualmente y en el cual se les da a conocer la organización del Servicio, la legislación agrícola y se uniforman los conocimientos técnicos y científicos; además, se han establecido cursos periódicos de repaso y de actualización y conocimientos, a los que deben asistir todos los asesores y especialistas técnicos.

El procedimiento a seguir por los agricultores que deban plantear alguna cuestión científica o técnica al Servicio es dirigirse únicamente al oficial asesor local del Distrito, el cual, si no posee medios para resolver la dificultad sobre el terreno, la transmite al asesor del Condado, remitiéndole en su caso las muestras o el croquis y demás elementos de juicio que él considere necesarios. Una vez llegada la consulta al Condado, puede ser resuelta por los especialistas del mismo, o bien se eleva al Centro provincial correspondiente, donde con mayores elementos materiales y humanos suele ser resuelta definitivamente, y en el caso en que esto no sea posible, o bien porque se considere que puede constituir un problema de interés nacional, se comunica a los Centros de investigación especializados en la materia a que se refiera la consulta. En todo caso el personal técnico del Con-

dato debe desplazarse al lugar donde ha surgido el problema, siempre que sea requerido por el asesor del Distrito y, del mismo modo, a requerimiento del asesor del Condado, deben desplazarse los técnicos del Centro provincial.

Aparte de estos servicios directos y personales a cada agricultor, el Servicio presta otros de carácter general. Así se publican folletos y boletines periódicos, se organizan en los Distritos y Condados conferencias seguidas de discusión pública, se dan sesiones de cine y emisiones de radio y se realizan visitas colectivas dirigidas por los oficiales asesores a explotaciones que se consideran modelo y a las Granjas experimentales de los Condados.

También las Bibliotecas provinciales y las de los Condados están abiertas para todos los agricultores que quieran utilizarlas.

Para tener al día respecto a los avances de la investigación y de la técnica agrícola a todos los miembros del Servicio, edita éste una Revista, *The N. A. A. S. Quarterly Review*, en la que además se les da a conocer todo aquello que en la vida interior del Servicio pueda tener un interés general.

Todo el personal del Servicio está obligado a enviar al superior inmediato un informe anual de su trabajo y a asistir a reuniones periódicas que se celebren en los Centros provinciales y en el Centro Nacional.

LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES AGRÍCOLAS PARA ULTRAMAR

De modo semejante a lo que ya nuestros lectores conocen que se hace en Francia, los investigadores que han de trabajar fuera de la metrópoli se forman a través de dos cursos, el primero de los cuales, que es de orientación en la especialidad elegida, se realiza en cualquier Centro de investigación de la Gran Bretaña, y el segundo, que es de aplicación a los problemas de tipo colonial, en el Colegio Imperial de Agricultura Tropical, en Trinidad. Se exige como función previa un grado universitario superior de carácter científico puro, o bien un Título o Diploma de Agricultura que incluya como requisito haber cursado como mínimo un año en una Universidad o Colegio agrícola.

GUILLERMO ALONSO DEL REAL

NOTAS

EL CONGRESO DE AMSTERDAM

Conforme al Programa anunciado, ya conocido en detalle por los lectores de estas páginas, se ha celebrado en Amsterdam, del 24 de julio al 1 de agosto, el IV Congreso Internacional de Ciencia del Suelo con asistencia de representantes de 38 naciones.

Por España asistió una nutrida delegación, integrada por miembros de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo, INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISILOGÍA VEGETAL, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Instituto de Investigaciones y Experiencias Forestales, Estación Experimental de *Aula Dei* (Zaragoza) e Instituto Nacional de Colonización.

Premuras de tiempo y espacio nos obligan a aplazar hasta el próximo número la exposición de los diferentes aspectos del Congreso con la amplitud que su importancia requiere, limitándonos ahora a recoger esta breve noticia.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE MICROQUÍMICA

La autoridad reconocida en el campo de la Microquímica a los investigadores austriacos, a cuyo frente figuran con sus técnicas ya clásicas los nombres de Emich y Pregl, determinaron la acertada elección de la universitaria ciudad de Graz, como sede de este Congreso celebrado del 2 al 6 del pasado julio. Respondiendo al interés despertado en todos los especialistas del mundo, asistieron más de 600 representantes pertenecientes a 28 países, pasando de 120 las comunicaciones presentadas.

La representación española corrió a cargo de los Profesores Buriel Martí y Casares López, de la Universidad de Madrid, que

ostentaban la representación oficial del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El Prof. Burriel Martí dió cuenta, en forma de conferencia, de los trabajos que, dirigidos por él y con la colaboración del Dr. Ramírez Muñoz, vienen desarrollándose sobre «Métodos de concentración previa en la determinación espectroquímica de elementos traza», en la Sección de Química Analítica del INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL, de la que es Jefe, y en su cátedra de la Facultad de Ciencias de Madrid. Terminada la amplia discusión entablada posteriormente a la conferencia, el Prof. Burriel recibió la cordial aprobación por los trabajos presentados.

Como nota final es justo consignar las atenciones dispensadas en todo momento por la Comisión organizadora del Congreso a la representación española.

NUEVO ORGANISMO INTERNACIONAL

En París y como fruto de un acuerdo adoptado en la Conferencia Científica Regional Africana, celebrada en Johannesburgo en octubre del pasado año, se ha constituido recientemente la «Oficina Interafricana de Información para la Conservación y Utilización del Suelo».

Los fines asignados al nuevo organismo por los países fundadores (Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Portugal y Unión Surafricana) son: a) Lograr el mejor aprovechamiento del suelo africano y promover el desarrollo social y económico de la población indígena; b) Facilitar el contacto permanente entre los Comités Regionales para la conservación del suelo, Servicio Edafológico Interafricano y, en general, entre todos los técnicos y organismos nacionales e internacionales, relacionados con estos problemas.

Dirección de la Oficina: *Museum National d'Histoire Naturelle*, 47, Rue Cuvier, París.



BIBLIOGRAFIA

LAS TEORIAS FILOTAXICA Y FLORAL DE LUCIEN PLANTEFOL

Lucien Plantefol es autor de una teoría filotáctica, publicada en los *Annales des Sciences Naturelles* (Botanique, vol. VII, 1946, publicado en mayo de 1947), de la que daremos una idea copiando textualmente algunos de los postulados en que él mismo la resume:

1. La noción clásica de *espiral generatriz* carece de fundamento.
2. Igualmente carece de fundamento la noción de *divergencia*.
3. ... la noción de *series matemáticas de divergencias* carece de fundamento.

.....

5. Las hojas están, en el tallo, dispuestas sobre hélices en número variable...

.....

7. Todas las hojas de una misma hélice tienen su origen en un mismo *centro generador*. El punto vegetativo contiene tantos *centros generadores* como hélices foliares existen en la planta y un *organizador* que armoniza su funcionamiento.

.....

14. En las Dicotiledóneas hay típicamente dos hélices, siendo cada cotiledón la primera hoja de cada una de ellas.

.....

23. La fasciación no es únicamente, como se pensaba, fragmentación del punto vegetativo, sino, fundamentalmente, aumento del número de centros generadores, siendo consecuencia de ello la ruptura del punto vegetativo.

.....

25. El conocimiento filotáxico de una planta exige inquirir los siguientes datos:

- a) Número de hélices foliares. Variaciones con la edad, etc.

b) Posición relativa de las hojas a lo largo de cada hélice: yuxtaposición, recubrimiento parcial o superposición total.

c) Disposición relativa de las hojas de distintas hélices: alternancia, verticilación...

d) Variaciones, normales y teratológicas.

Por lo dicho hasta aquí puede comprenderse que el trabajo sobre Filotaxia del profesor de Botánica de la Sorbona viene a contradecir todas las nociones clásicas cuya validez hasta aquí había venido aceptándose sin discusión. La extensión reducida que forzosamente ha de tener esta referencia no nos permite seguir con detalle los argumentos en que se apoya una tesis tan original como digna de ser tenida en cuenta de aquí en adelante. No obstante, no renunciamos a analizar con alguna mayor extensión un segundo trabajo del mismo autor, relativo a la flor (L. Plantefol: *Fundamentos de una nueva teoría floral. La Ontogenia de la Flor*. Ed. Masson. París, 1949), que, además de ofrecernos un nuevo enfoque del significado de las piezas florales, tiene un alcance biológico mucho mayor que el que puede suponerse a juzgar por su título, según veremos en seguida.

La nueva teoría floral se basa, por una parte, en las conclusiones a que ha llegado el autor en su estudio sobre la filotaxia, y, por otra, en el estudio experimental directo del desarrollo ontogénico de la flor. A través de todo el trabajo se advierte un espíritu crítico agudo e implacable que se resiste a dar por buenas las ideas generalmente admitidas, sin someterlas a un riguroso examen, del que no pocas veces el profesor Plantefol las hace salir un tanto deslucidas.

Analizando los argumentos aducidos en favor de la clásica teoría de la equivalencia de las piezas florales con hojas, cuyo germen se encuentra ya en Goethe (teoría de la metamorfosis), a través de los autores más citados y manejados, desde Van Tieghem (1891) hasta Eams (1925), encuentra que todos esos argumentos pueden, en lo fundamental, reducirse a éstos: semejanza morfológica, vascularización, formas transicionales, formas teratológicas. «En total—subraya—, la masa de argumentos positivos parece aún muy lejos de tener un valor decisivo.» En otro lugar escribe: «Ha transcurrido siglo y medio y la hipótesis (de Goethe) sigue siendo hipótesis.»

Realmente no es Plantefol el primer autor que ha reaccionado contra la aceptación general de la hipótesis goethiana. El mismo cita hasta una docena de títulos de trabajos, en los que desde distintos puntos de vista se combate esta hipótesis (el primero de ellos, de Scheleiden, 1837). De todos estos autores los que más parecen haber influido en la mente de Plantefol son sin duda J. Mc. L. Thomson (1)

(1) THOMSON. 1944.—Towards a modern physiological interpretation of flowering. *Proc. Linn. London*. Session 156.

y V. Gregoire (2), que también trataron de esclarecer el significado de la flor por el método ontogénico.

Para Thomson, «la flor, caracterizada por sus meristemas esporógenos, es un receptáculo formado por el eje sobre el que se desarrollan emergencias esporógenas». Según este autor, el eje floral proviene de la transformación del eje vegetativo, previa detención del crecimiento terminal, seguida de formación de un receptáculo que primeramente es una masa meristemática vascularizada y aún indiferenciada, de la que posteriormente surgirán emergencias, algunas de las cuales estarán constituidas por meristemas esporógenos especializados. Más o menos precozmente se producirá un crecimiento *total* que tenderá a dar al receptáculo configuración crateriforme. Otra idea interesante de Thomson es la de que un mismo esbozo de una de estas emergencias puede evolucionar en diversos sentidos con arreglo a las diversas condiciones que presiden su desarrollo; es decir, que niega la predeterminación de los esbozos.

La idea fundamental de Gregoire es que «el aparato vegetativo y la flor son dos dominios morfológicos esencialmente diferentes, sin comunidad alguna entre ellos, ni en su origen, ontogénico o filogénico, ni en su desarrollo, ni en su tipo de construcción». Insiste también en las diferencias que existen entre la formación de un primordio foliar y la de otro estaminal o carpelar. Para ambos autores, como hace notar insistentemente Plantefol, lo esencial de la formación de flores es la esporogénesis, en contraposición con la idea clásica de que sobre ciertas hojas transformadas (esporofilias) se produce, como un epifenómeno, la formación de esporas.

Para Plantefol, el trabajo de Gregoire ofrece la laguna de dar de lado la importante cuestión de la relación entre filotaxia y disposición floral, en tanto que en la misma cuestión subraya la contradicción que supone la actitud de Thomson, que, aunque es decidido adversario de equivalencias y metamorfosis, acepta sin reservas para la disposición de las piezas florales los conceptos de espiral generatriz y divergencia, clásicos en la Filotaxia tradicional.

El método seguido por Plantefol puede esquematizarse así:

1.º Estudio morfológico de la flor adulta, particularmente orientado a determinar con toda exactitud las inserciones de las diversas piezas.

2.º Estudio de la ontogenia de la flor, para determinar el orden de aparición de las piezas, con lo que a la idea de «contigüidad en el espacio» se añade la de «contigüidad en el tiempo».

(2) GREGOIRE. 1935. — Sporophylles et organes floraux, tige et floral. *Rec. Trav. Bot. Neerl.* T. XXXII.

Gregoire. 1935. — La morphogénèse et l'anatomie morphologique de l'appareil floral. Le carpelle. *La Cellula.* T. XLVII.

3.º Estudio histológico, fundamentalmente para conocer las particularidades de la vascularización.

4.º Estudio de las variantes teratológicas.

A estos métodos, utilizados ya por sus predecesores, agrega Plantefol la comparación de las hélices foliares, reconocidas en el aparato vegetativo con la disposición de las piezas florales.

Resumiendo las conclusiones fundamentales del botánico de la Sorbona podemos formarnos el siguiente esquema:

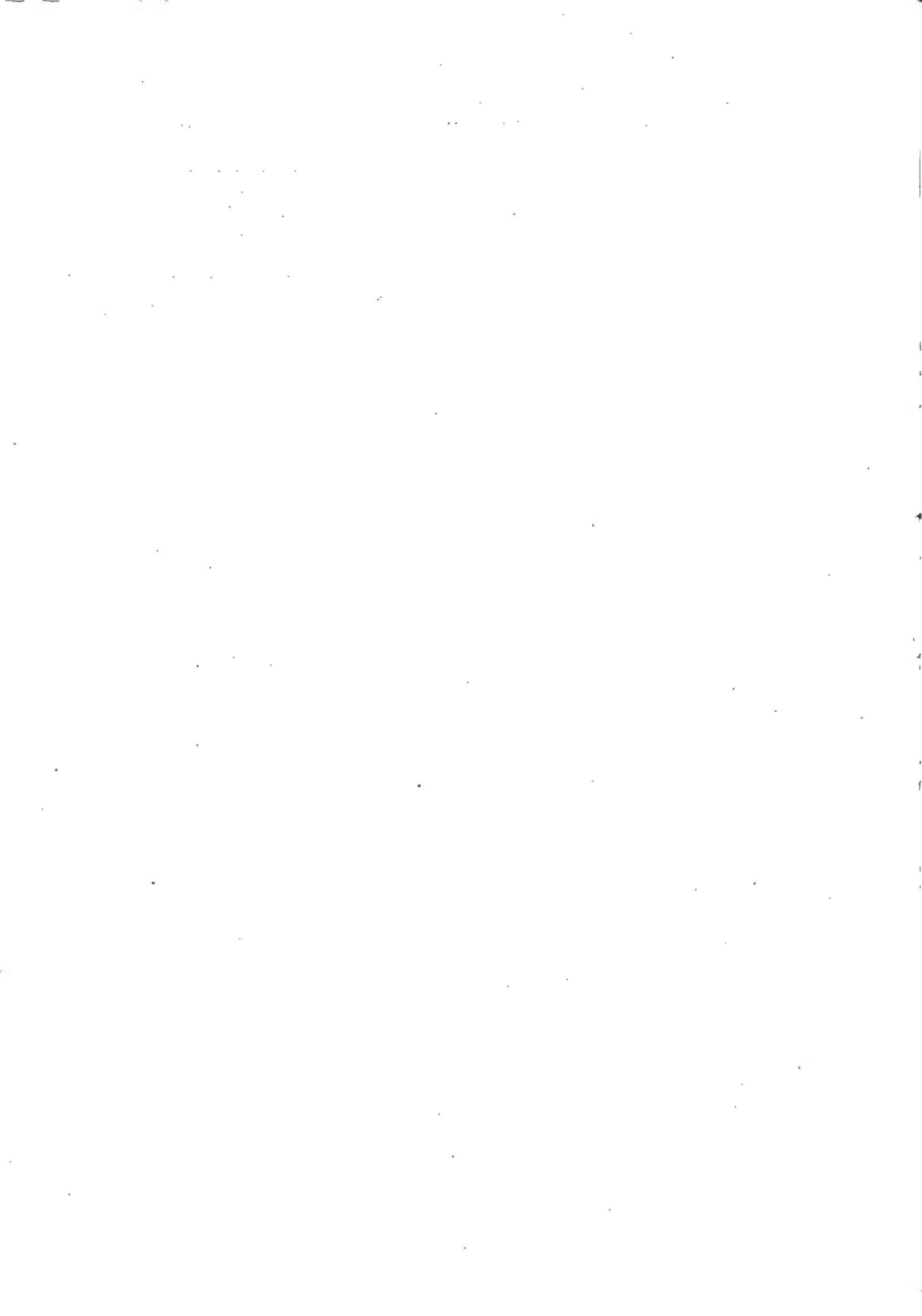
El cáliz muestra claramente la prolongación de dos hélices foliares. Su formación es debida al funcionamiento del anillo inicial filógeno. La corola, aun cuando presente una disposición especial de sus piezas semejante a la del cáliz no ofrece caracteres ontogénicos foliares como lo demuestra la simultaneidad de formación de los pétalos. La semejanza con la disposición de los sépalos obedece a que la presencia próxima de aquéllos debe interpretarse como un factor condicionador del desarrollo de los pétalos.

La flor (que para Plantefol está caracterizada igual que para Thomson, por sus maristemos esporógenos) aparece como consecuencia de la transformación del punto vegetativo en vértice floral, transformación que se realiza al quedar libre (en el centro del anillo inicial filógeno), el *corpus* o meristemo interior que en el aparato vegetativo origina el parénquima medular y aquí da lugar a los meristemos esporógenos.

Las supuestas formas transicionales pétalo-estambre deben considerarse como *quimeras longitudinales*. Las corolas gamopétalas no deben considerarse como producidas por soldadura de pétalos inicialmente libres, sino como resultado de un proceso de crecimiento toral en el interior del anillo inicial. De modo análogo pueden explicarse las «soldaduras de filamentos estaminales». En general, los supuestos fenómenos de desdoblamiento, desplazamiento, abortamiento, transformación y soldadura admitidos por la doctrina clásica carecen de realidad y han sido imaginados para satisfacer las exigencias de la teoría.

Sin embargo, con ser mucho el interés que merece esta teoría en los aspectos reseñados, aún es mayor, a nuestro juicio, la importancia de algo que su autor se limita a indicar brevemente. La posibilidad de interpretar correctamente y con claridad meridiana cómo puede perdurar en los vegetales la estirpe celular germinal; pues si hasta ahora el esporofito constituía una interrupción de aquella estirpe y la idea de que las macro y microsporas se formasen en ciertas hojas obligaba a admitir que las células somáticas de dicho esporofito se conducían de modo totalmente opuesto a los del soma de los organismos animales, conservándose en ellas posibilidades de desarrollo y facultades genéticas propias de células germinales, con las ideas expuestas por Plantefol desaparece la oposición de fondo entre la reproducción vegetal y la animal, existiendo tan sólo una diferencia en cuanto al

modo de formación del soma. En los animales la ontogenia comprendería un tiempo limitado, en tanto que en los vegetales se trataría de un proceso continuo de formación de los tejidos y órganos del soma a partir de las células germinales del «corpus» que en el momento de constituirse los meristemas esporógenos se encontrarían en condiciones de transmitir a las piezas florales correspondientes todas sus posibilidades genéticas.—G. ALONSO DEL REAL.



OTRAS REVISTAS DEL PATRONATO «ALONSO DE HERRERA»

Anales de la Estación Experimental de Aula Dei.—Publicación de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza).

Estos «Anales», de reciente aparición, presentan anualmente el conjunto de los trabajos y estudios, publicados o no con anterioridad, que sobre temas propios de Biología Vegetal sean llevados a cabo por los miembros de este Centro.

Precio del tomo anual, 80 pesetas.

Anales del Jardín Botánico de Madrid.—Publicación del Instituto «Antonio J. de Cavanilles».

Publica trabajos y notas científicas que abarcan todos los campos de la Botánica.

Precio del tomo anual, 100 pesetas.

Collectánea Botánica.—Publicación del Instituto Botánico de Barcelona.

Dedicada a la Botánica en general, viene a ser un órgano exterior de la actividad del Instituto Botánico de Barcelona, elemento de enlace con los demás centros de investigación.

Publica trabajos sobre las distintas disciplinas de la Botánica Sistemática, florística, fitosociología, fisiología, micología, briología, algología, etc.

Dedica una parte a reseñas bibliográficas y a la información.

Semestral. Ejemplar, 15 pesetas. Suscripción, 25 pesetas.

Farmacognosia.—Publicación del Instituto «José Celestino Mutis».

Esta revista está dedicada al estudio de los problemas de Farmacognosia tal como se concibe en el momento presente, siendo sus finalidades una propiamente científica, que trata de botánica, análisis químico, experimentación fisiológica y clínica, y otra de orden práctico, relativa al cultivo y recolección de materias primas idóneas, no sólo para la Medicina, sino para la Dietética y la industria

Cuatrimestral. Ejemplar, 23 pesetas. Suscripción, 60 pesetas.

Genética Ibérica.—Publicación del Instituto «José Celestino Mutis».

Publica trabajos sobre Citología, Citogenética y Genética de los diversos materiales que constituyen el tema específico de investigación en los distintos Centros colaboradores de la revista, en España y Portugal, y los relacionados con la mejora de las especies vegetales que interesan en la Farmacognosia.

Trimestral. Ejemplar, 20 pesetas. Suscripción, 70 pesetas.

Microbiología Española.

En esta revista aparecen originales microbiológicos españoles y extranjeros, siendo el órgano de publicación de los trabajos leídos en las reuniones de la Sociedad de Microbiólogos Españoles y de los efectuados en el Instituto de Microbiología General y Aplicada.

Trimestral. Ejemplar, 22 pesetas. Suscripción, 80 pesetas.



Precio: 20 ptas.

TOMO IX. NÚM. 4. ANALES DE FISIOLOGIA Y FISIOPATIA JULIO-AGOSTO 1950