



# ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Anal. Edaf. Tomo XXXVI. Núms. 1-2. Págs. 1-192

Madrid, Enero-Febrero 1977

## S U M A R I O

	Páginas
Duración efectiva del índice de sequedad, por <i>M. P. Garmendía</i> y <i>J. Garmendía</i> ... ..	1
Adsorción y evolución de manganeso en arcillas, por <i>O. Carpena</i> , <i>I. Tovar</i> , <i>A. Lax</i> y <i>F. Costa</i> ... ..	7
Ecología de leguminosas en relación con algunos factores ambientales en Guadalajara. I. Aspectos florísticos y relación con la clase de suelo, por <i>M. Morey</i> ... ..	17
Variaciones del contenido de nitrógeno en una plantación de <i>Lolium perenne</i> , por <i>Esther Simón Martínez</i> ... ..	45
Predicción de temperaturas máximas diarias, por <i>E. Hernández</i> , <i>J. A. Hernández</i> , <i>J. F. Sánchez</i> y <i>J. Garmendía</i> ... ..	63
Efectos del almacenaje sobre las propiedades físicas y biológicas de muestras tamizadas de suelos orgánicos, por <i>F. Díaz-Fierros Viqueira</i> ... ..	69
Morfometría del cuarzo y circón aplicada al estudio genético de un suelo policíclico, por <i>M. C. Villar Celorio</i> ... ..	81
Contribución al estudio de la terra rossa española. II. Mineralogía de la fracción arcilla, por <i>L. J. Alias</i> , <i>M. Nieto</i> y <i>J. Albaladejo</i> ... ..	97
Entisoles del Campo de Cartagena (Murcia). Características generales y mineralógicas, por <i>L. J. Alias</i> y <i>R. Ortiz Silla</i> ... ..	109
Estudio sobre la composición química de variedades de almendra del sureste español, por <i>F. Romojaro</i> , <i>J. F. García</i> y <i>F. J. López Andreu</i> ... ..	121
Componentes del plátano canario y sus variaciones durante la maduración, por <i>A. Carlos Blesa</i> , <i>M. A. Rodríguez Raymond</i> y <i>A. Maestre</i> ... ..	133
Contribución al estudio de la platanera canaria. Relación entre la actividad respiratoria y la maduración de los plátanos, por <i>A. Carlos Blesa</i> , <i>M. A. Rodríguez Raymond</i> , <i>C. D. Lorenzo</i> e <i>Isabel López</i> ... ..	157

## NOTAS

Reestructuración del C. S. I. C. ... ..	167
Nombramiento del Prof. Casas Peláez como Presidente del C. S. I. C. ... ..	169
Carta del Presidente del C. S. I. C. al personal del mismo ... ..	173
Nombramiento del Prof. Suárez y Suárez como Director general de Educación Básica ... ..	173
6.º Curso Internacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal ... ..	174
8.ª Reunión Internacional de Micromorfología de Suelos ... ..	180
19ª Conferencia General de la UNESCO ... ..	181
Sociedad Española de Ciencia del Suelo ... ..	184
Nombramiento de Secretario del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca ... ..	184
Dimisión del Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (Sevilla) ... ..	184
Propuesta de Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Viaje del Prof. Troncoso ... ..	185
Grupo Español de Trabajo del Cuaternario ... ..	186
Autorizaciones para realizar función docente ... ..	186
Invitaciones a Profesores extranjeros ... ..	187
Programa de cooperación internacional con Iberoamérica: bolsas de estudio y viaje ... ..	187
Conferencia del Prof. Salerno ... ..	189
Viaje realizado a Hispanoamérica por el Dr. D. Francisco Girela Vilchez. Creación del Centro de Formación y Promoción de Personal del C. S. I. C. (C. F. P. P.) ... ..	191



# DURACION EFECTIVA DEL INDICE DE SEQUEDAD

por

M. P. GARMENDIA y J. GARMENDIA

## SUMMARY

### THE EFFECTIVE DURATION OF THE DRYING INDEXES

We mark out the importance of to take in consideration the effective duration of the drying indexes in the estimation of the air's drying power. We indicate a mode for to fix these duration. We present an abstract of the attained results in thirteen Spanish meteorological observatories.

#### 1. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Los índices de sequedad que se suelen usar para la valoración de la evaporación y del poder desecante de la atmósfera son obtenidos, muchas veces [1], de los valores promedios, diarios o mensuales de las variables meteorológicas. Si nos fijamos en el índice  $t - t_d$  vemos en el gráfico 1 cómo varían durante el día la temperatura seca,  $t$ , y la del rocío,  $t_d$ , y señalamos también el valor medio diario de cada una. Hay unas cuantas horas durante las cuales una y otra temperatura tienen prácticamente el mismo valor y aparecen, en el gráfico mencionado, muy próximas.

Para que sea apreciable la evapotranspiración, es preciso que este índice de sequedad supere un valor mínimo. Desde A hasta B, los valores que toma la diferencia  $t - t_d$  son siempre superiores al valor umbral. El tiempo comprendido entre A y B es el período durante el cual decimos que es efectivo el índice de sequedad.

Si esto era para un día de invierno, para uno de verano (gráfico 2) el valor de las temperaturas es más alto. Su variación, durante el día, será parecida a la comentada en el caso anterior, pero, a lo largo del día, será mayor el número de horas durante las cuales la diferencia  $t - t_d$  supera el valor umbral, pudiendo ser la temperatura seca mayor que la del rocío durante casi las veinticuatro horas del día. Por tanto, el número de horas entre A' y B', en las que el índice de sequedad actúa realmente, será mayor que el que hay entre A y B. Luego:  $AB < A'B'$ .

OBSERVATORIO DE MATACAN  
(Salamanca)

18 - I - 1974

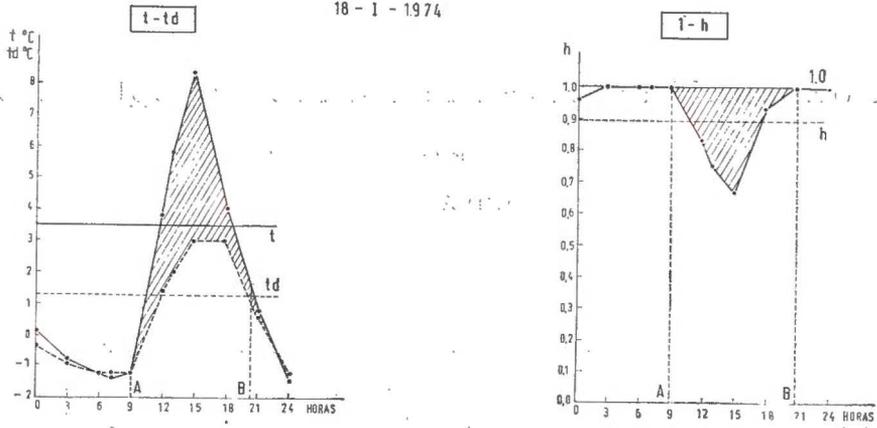


Gráfico 1

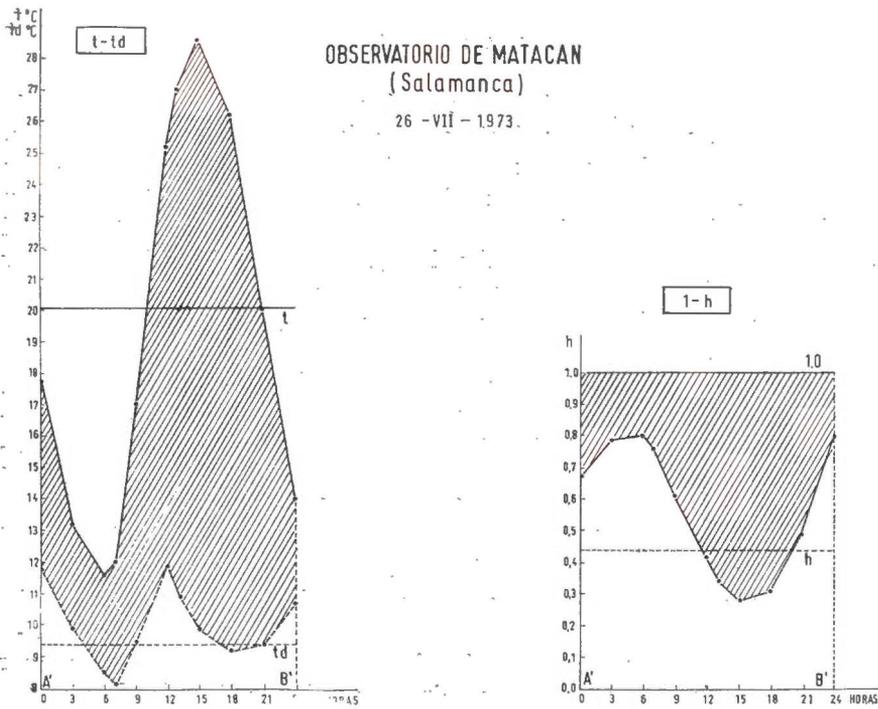


Gráfico 2

Se explica así que sea mayor en verano que en invierno el número de horas durante las cuales el aire está en condiciones de aceptar vapor de agua.

El razonamiento para los otros dos índices de sequedad,  $1 - h$ , y  $1 - h/h$ , es análogo al visto hasta ahora. La variación diurna de la humedad relativa es prácticamente la inversa de la que tiene la temperatura, según vemos en los gráficos (1 y 2). Pero la variación diurna del índice de sequedad será, para cualquiera de los tres índices propuestos que tomemos, de forma análoga.

En los días de invierno el valor de  $h$  es más alto que en los días de verano, y en la curva de la variación diurna de  $h$  se verá, al igual que lo hacíamos en la de las temperaturas, cómo estos dos índices de sequedad dependientes de  $h$  tienen intervalos de acción ( $h < 1$ ) más largos en los días calurosos que en los fríos (también será  $AB < A'B'$ ).

## 2. EXPRESIÓN DE LA DURACIÓN EFECTIVA

Por tanto, llegamos a la conclusión de que la influencia del índice de sequedad, en el poder desecante del aire, no queda precisada totalmente con los índices de sequedad promediados. Es preciso incorporar a éstos un nuevo factor que será función de la temperatura y, para su mayor sencillez, nosotros lo hemos propuesto de tipo lineal, en la forma:

$$f(t) = K(t + \alpha), \quad (1)$$

en donde  $t$  es la temperatura seca media mensual en °C, y  $\alpha$  es una constante local, que varía también al considerar índices de sequedad diferentes.

Como se indica en la expresión, el factor de duración de la sequedad efectiva variará más de unos meses a otros, por una parte, según sean más o menos grandes las oscilaciones de  $t$  entre esos meses, y, por otra parte, depende del valor óptimo de  $\alpha$  en las estaciones que estamos considerando.

Para ver claramente el efecto que tiene la constante  $\alpha$  en el factor de duración de la sequedad supongamos una estación cuyas temperaturas medias mensuales de valor extremo durante el año sean, por ejemplo, 5 y 25° C. Si la constante local es 0, la sequedad efectiva durará la quinta parte de tiempo en invierno que en verano ( $5 + 0$ ) ( $25 + 0$ ). Pero si la constante local tiene un valor más alto, vamos a poner 35, la relación del período de sequedad efectiva entre invierno y verano será  $2/3 = (5 + 35)/(25 + 35)$ . Vemos de esta forma que la constante local atenúa convenientemente las oscilaciones de temperatura, para que se ajusten mejor a las que tiene el poder desecante del aire, de unos meses a otros del año.

Por lo dicho hasta ahora acerca de la relación que tiene la sequedad del aire con el poder desecante de ese aire, D, podemos resumirla en las siguientes expresiones:

$$D_1 = K_1 (t - t_d) (t + \alpha_1) \quad (2)$$

$$D_2 = K_2 \frac{1-h}{h} (t + \alpha_2) \quad (3)$$

$$D_3 = K_3 (1-h) (t + \alpha_3) \quad (4)$$

### 3. VALORES ÓPTIMOS DE LAS CONSTANTES

Hemos tratado de hallar el valor óptimo de la constante  $\alpha$  que aparece en el factor de duración de la sequedad efectiva (1). Para ello, hemos calculado los valores del segundo miembro en las expresiones (2) (3) y (4), en las que hemos dado a  $\alpha$  valores sucesivos para cada estación. De una forma global mostramos a continuación el resumen de los resultados que hemos obtenido. Es decir, incluimos en la tabla que sigue el valor óptimo para cada uno de los índices, de la constante  $\alpha$  del factor de duración efectiva de la sequedad, así como el número de veces que es mayor este período de duración en el mes más caluroso del año que en el mes frío, también para cada índice de sequedad:  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ . En N aparece el valor medio de los  $N_i$  citados:

*Valores de las constantes y relación del factor de duración efectiva de la sequedad*

Estaciones continentales	$t - t_d$		$\frac{1-h}{h}$		$1-h$		N
	$\alpha_1$	$N_1$	$\alpha_2$	$N_2$	$\alpha_3$	$N_3$	
Matacán .....	0	5.5	5	3.0	5	3.0	3.8
Valladolid.....	25	1.7	5	3.5	5	3.5	2.9
Barajas .....	25	1.7	30	1.6	15	2.1	1.8
Tablada.....	5	2.1	0	2.7	0	2.7	2.5
Armillá.....	0	4.5	0	4.5	0	4.5	4.5
VALOR MEDIO.....		3.1		3.1		3.2	3.1

Estaciones marítimas	$t - t_d$		$\frac{1 - h}{h}$		$1 - h$		N
	$\alpha_1$	$N_1$	$\alpha_2$	$N_2$	$\alpha_3$	$N_3$	
Igueldo .....	> 75	1,0	45	1,3	65	1,2	1,2
La Coruña .....	> 75	1,0	45	1,2	65	1,1	1,1
Finisterre .....	10	1,5	0	2,0	5	1,7	1,7
Vigo .....	30	1,3	15	1,4	25	1,3	1,3
Tarifa .....	10	1,4	0	1,8	5 - 10	1,6-1,4	1,6
San Fernando.....	40	1,3	0	2,4	0	2,4	2,0
Castellón.....	40 - 45	1,2-1,3	20	1,5	45	1,3	1,4
Santa Cruz de Tenerife....	0	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5
VALOR MEDIO.....		1,3		1,6		1,5	1,5

#### 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Fijando nuestra atención en la tabla anterior observamos:

1.º En general, el valor más conveniente de  $\alpha$  en los observatorios continentales es inferior al correspondiente en los marítimos. Cuando el valor de  $\alpha$  es pequeño, es grande la importancia que tiene la temperatura en el factor de duración de la sequedad efectiva (1). Por tanto, en las estaciones continentales, en las que son grandes generalmente las oscilaciones de temperatura y tienen una  $\alpha$  pequeña, la duración de sequedad efectiva varía bastante de unos meses a otros, ya que las oscilaciones térmicas no pueden ser amortiguadas apenas por la constante  $\alpha$  que tiene, según decíamos, un valor bajo.

Por el contrario, en las estaciones de clima marítimo, la duración de la sequedad efectiva del aire es prácticamente la misma durante todo el año. En efecto, en estos observatorios no hay tanta diferencia entre la temperatura media de los meses de verano y la de los meses fríos, como la que hay en una estación continental. Por otra parte, el valor de  $\alpha$  en estas estaciones es alto y, en consecuencia, el factor  $t + \alpha$  varía poco a lo largo del año.

2.º La relación,  $N_i$ , de la duración efectiva de la sequedad del mes más caluroso con relación a la del mes más frío es, por término medio, de valor más alto en las estaciones continentales. Es decir, que en éstas hay mayor diferencia de un mes a otro en la duración del tiempo, durante el cual los índices de sequedad tienen realmente un valor apreciable. Esto es natural, dado que las oscilaciones de temperatura y humedad vimos que eran mayores en estas estaciones.

## 5. COMPARACIÓN CON LAS MEDICIONES

Para resumir la importancia de la introducción del factor de duración, exponemos la tabla adjunta de los coeficientes medios de correlación que se han obtenido en los cinco observatorios continentales y en los ocho marítimos (1), analizando los datos referentes al período de los años 1945-71, según que se tenga o no en cuenta el factor de la duración efectiva de la sequedad.

*Coefficientes medios de correlación teniendo y sin tener en cuenta la duración efectiva de la sequedad*

Estación	Factor de duración	$t - t_d$	$\frac{1 - h}{h}$	$1 - h$
Continental	sin	0,8876	0,8948	0,8868
	con	0,9239	0,9134	0,9344
Marítimas	sin	0,7312	0,7077	0,6963
	con	0,7652	0,7996	0,7999

Se nota que la introducción del factor de duración mejora mucho los coeficientes de correlación entre las observaciones reales y las expresiones teóricas del poder desecante de la atmósfera, aún sin tener en cuenta la influencia del viento.

En la expresión en que figura el índice  $1 - h$  es donde se observa mejoría mayor. Es conveniente recordar que los valores mensuales de  $t$ ,  $t_d$  y  $h$  no se han obtenido a partir de valores continuos y el procedimiento ha sido algo diferente para cada una de las citadas variables atmosféricas.

## RESUMEN

Mostramos la importancia de tomar en consideración la duración efectiva de los índices de sequedad en la valoración del poder desecante de la atmósfera. Señalamos una manera de precisar esa duración. Damos un resumen de los resultados obtenidos en trece observatorios españoles.

*Laboratorio de Meteorología del Centro de Edafología y Biología  
Aplicada de Salamanca,  
Departamento de Física, Facultad de Ciencias,  
Universidad de Salamanca.*

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) GARMENDÍA, M. P., GARMENDÍA, J. 1974. Índices de sequedad de la atmósfera. Rev. Geofísica, núms. 3 y 4, 239-244, Madrid.

Recibido para publicación: 23-IX-74

# ADSORCIÓN Y EVOLUCIÓN DE MANGANESO EN ARCILLAS

por

O. CARPENA, I. TOVAR, A. LAX y F. COSTA

## SUMMARY

### ADSORPTION AND EVOLUTION OF MANGANESE ON CLAYS

The behaviour of manganese as saturating cation is studied, related to illitic and montmorillonitic clays, by using  $^{54}\text{Mn}$  as tracer.

The transformation of exchangeable manganese to different oxides, is also studied after one year.

From the results we get conclusions on the available forms of manganese in soils, and the problem of their chemical extraction.

## INTRODUCCIÓN

Es antigua la preocupación por encontrar una correlación entre las diferentes formas químicas del manganeso en el suelo, y su asimilabilidad por las plantas. Resulta ya clásica la interpretación de considerar asimilable a la suma de las fracciones soluble en agua, cambiante y fácilmente reducible. Por supuesto que estas expresiones no reflejan unos estados químicos perfectamente definidos; pero, a pesar de ello, se ha considerado la expresión de esas formas químicas como la que más se aproxima al valor de manganeso asimilable por las plantas.

De todos los constituyentes del suelo, es importantísima la función de la fracción arcilla, en relación con los oligoelementos, y entre ellos con el manganeso, por poderla considerar como una fuente actual o potencial de éstos, debido a sus propiedades de cambio.

Gilbert y Van Bladel (5) han estudiado el equilibrio de intercambio entre  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{Mn}^{++}$  en una montmorillonita. De su estudio deducen unos valores termodinámicos que hacen considerar el manganeso como un típico catión divalente, en su unión con la montmorillonita.

Dalal y Chatterjee (3) realizan un estudio de equilibrio de intercambio entre el manganeso y diversos cationes, sobre distintas arcillas, aportándose en el trabajo las isotermas de equilibrio para cada caso.

De todas estas consideraciones se puede deducir que la disponibilidad del manganeso por las plantas está influenciada por la naturaleza y concentración de los cationes presentes en la disolución del suelo, por el mineral de arcilla y por aquellas sustancias capaces de originar cambios en el potencial redox o en el pH del suelo, tales como materia orgánica y carbonato cálcico (2).

Modernamente McKenzie (9) ha publicado una amplia revisión sobre los diferentes óxidos de manganeso que se encuentran en el suelo, así como las condiciones que regulan el equilibrio entre ellos. Se explica la presencia en el suelo de una muy amplia gama de estos óxidos por la propiedad de sus átomos de cambiar de valencia sin cambiar la posición estructural en el retículo cristalino. En este trabajo se define el manganeso «activo» como la suma de las formas solubles y cambiables más los óxidos fácilmente reducibles o útiles para las plantas. En este último grupo se encuentran las formas de óxidos de valencia superior a dos, pero que aún no han envejecido a una estructura mineralógica estable.

Baser y Saxena (1) han encontrado una buena correlación entre la toma de manganeso por distintas plantas, y la cantidad extraída por el  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$  3 N.

Este resultado parece enlazar directamente con los obtenidos por Dion y Mann (4) sobre la extracción de formas trivalentes de manganeso con fosfatos.

De esta discusión parece evidente que junto a las formas solubles y cambiables, el manganeso asimilable está constituido por los óxidos de valencia tres, cuyo estado de envejecimiento (o cristalinidad) permite la acción extractora de los fosfatos.

En el presente trabajo se trata de estudiar el  $\text{Mn}^{++}$  como catión de cambio, frente a dos arcillas de las más frecuentes en los suelos del Sureste español (una íltica y otra montmorillonítica), y su evolución a formas químicas de mayor o menor asimilabilidad por las plantas.

Para ello se han saturado estas arcillas con  $\text{Mn}^{++}$  y después se ha estudiado el proceso de desaturación mediante equilibrio con ión amonio. Por otra parte se ha estudiado la evolución del manganeso de cambio retenido por la arcilla a otras formas de diferente grado de asimilabilidad, como consecuencia del envejecimiento durante un año.

#### M A T E R I A L E S

Las muestras que se han utilizado han sido:

1. Fracción arcilla típicamente íltica procedente de un suelo calizo de Balsicas (Murcia).
2. Bentonita de un yacimiento de Cabo de Gata (Almería), amplia-

mente estudiada por M. Vivaldi (8), y que se identifica como montmorillonita casi pura.

En la tabla I se expresan los datos referentes al contenido en arcilla y carbonatos de los suelos, así como el análisis difractométrico y capacidad de cambio de la fracción arcilla.

En relación con la muestra número 1, conviene señalar que la capacidad de cambio encontrada es un valor algo elevado en relación con su composición fundamentalmente íltica. No obstante la presencia de montmorillonita, aunque en baja proporción, avala el resultado.

T A B L A I

Muestra número	Arcilla %	CO <sub>2</sub> Ca %	Fracción arcilla	
			Difracción R. X	C. C. C.
1	24,6	43,0	Ílita con impurezas de caolinita, óxidos de Fe, montmorillonita en baja proporción.....	48 (meq/100 gr)
2	89	5,5	Montmorillonita .....	87 (meq/100 gr)

M É T O D O S

a) Saturación de arcillas

Antes del tratamiento de saturación, las arcillas se pasaron a la forma H<sup>+</sup> mediante agitación con resina-H Merck en una suspensión acuosa, en la proporción apropiada entre resina y arcilla (6).

La suspensión de arcilla después de este tratamiento alcanzó un pH de 2,8. Para evitar la alteración de la estructura arcillosa por el medio ácido, se operó de forma que el tratamiento de saturación se hiciera rápidamente a continuación de la acidificación.

La disolución empleada como saturante ha sido 0,01 N de Cl<sub>2</sub>Mn.

Para evitar las interferencias ocasionadas en nuestra experiencia por el manganeso presente en la arcilla (principalmente en forma de óxidos hidratados coloidales), la disolución saturante se marcó con <sup>54</sup>Mn, con actividad de 27,7 μCi/l para la muestra 1, y de 18,0 μCi/l para la 2.

La operación de saturación se ha realizado en tubos de centrifuga que contienen 10 gr. de arcilla previamente saturada de H<sup>+</sup>, que se trata sucesivamente con alícuotos de la disolución saturante, en la forma siguiente: a los 10 gr. de arcilla se añaden 200 ml. de la disolución satu-

rante, se agitan durante diez minutos, se centrifuga y se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad, y se desprecia el resto.

La cantidad de manganeso retenida por la arcilla en cada tratamiento se calcula por diferencia entre la actividad de la disolución saturante, y la del sobrenadante en ese tratamiento. La operación se prosigue hasta que los valores de actividad en los sobrenadantes se hacen prácticamente constantes. Para la arcilla íltica sólo se precisaron cinco tratamientos, mientras para la montmorillonítica se precisaron 10.

#### b) *Estudio del intercambio*

Para estudiar la cambiabilidad del manganeso retenido por la fracción arcilla se ha utilizado  $\text{CINH}_4$  1 N, llevado a pH 2,8 con  $\text{ClH}$ .

La operación de intercambio se realiza en sistema continuo (10), mediante una vasija de reacción en la que se coloca 1 gr. de arcilla-Mn. La vasija tiene el fondo filtrante de membrana de celulosa, de tamaño de poro de 100 nm, y un sistema de agitación. A esta vasija se adicionan 100 ml. de la disolución de cloruro amónico, mediante un sistema que permita mantener este volumen constante, y seguidamente se aplica al fondo una succión capaz de provocar un flujo constante de aproximadamente 1 ml/min. A determinados intervalos se mide el volumen de líquido filtrado, y se toma un alícuoto para medir su actividad. La operación se continúa hasta que los líquidos filtrados tienen una actividad muy baja.

#### c) *Estudio de la distribución de las formas de Mn*

Para estudiar la evolución del  $\text{Mn}^{++}$  cambiable, se han almacenado durante un año las muestras de arcilla saturadas de manganeso. Al cabo de este tiempo, se han sometido a una serie de tratamientos escalonados, para determinar sucesivamente el manganeso cambiable, el fácilmente reducible, los óxidos de  $\text{Mn}^{3+}$ , y el  $\text{MnO}_2$ , según se detalla a continuación.

#### *Manganeso cambiable (7)*

En tubos de centrifuga conteniendo 10 gr. de arcilla-Mn, se adicionan 100 ml. de acetato amónico 1 N, a pH 7,0. Se agita media hora. Se deja estar seis horas con agitación intermitente. Se centrifuga, se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad y se desprecia el resto. La arcilla se lava con agua destilada, se centrifuga y se desprecia el sobrenadante.

*Manganeso fácilmente reducible (7)*

En el mismo tubo se añaden a la muestra de arcilla 100 ml. de acetato amónico 1 N, a pH 7,0, conteniendo el 2 por 100 de hidroquinona. Se deja estar seis horas con agitación intermitente. Se centrifuga, se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad y se desprecia el resto. La muestra de arcilla se lava con agua destilada, se centrifuga y se desprecia el sobrenadante.

*Oxidos de  $Mn^{3+}$  (4)*

Las muestras de arcilla tal como quedan del tratamiento anterior, se secan en estufa a 40-50° C. Se toman 6 gr. y se tratan en tubo de centrifuga con 120 ml. de disolución 0,13 M de  $P_2O_7Na_4$ , tamponada a pH 7,4-7,5 con  $PO_4H_2K$ . Se agita durante seis horas. Se añaden a cada tubo 24 gr. de ClK para contrarrestar la dispersión de la arcilla que pudiera provocarse por los fosfatos. Se centrifuga y se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad. El resto del sobrenadante se desprecia, y la muestra de arcilla se lava con agua, se centrifuga y se desprecia el líquido sobrenadante. El alícuoto que ha servido para hacer la lectura de actividad, se somete posteriormente a un proceso de diálisis frente a  $H_2O$  destilada, comprobando en todos los casos que a los tres días se había perdido totalmente la actividad. Con esto hemos obtenido la evidencia de que los valores encontrados no proceden de arcilla que podía haber quedado dispersa a lo largo del tratamiento.

*Oxidos de  $Mn^{4+}$  (9)*

Las muestras resultantes del tratamiento anterior se secan de nuevo a 40-50° C. Se toman 4 gr. y se tratan con 200 ml. de peróxido de hidrógeno de 20 volúmenes, calentando en baño de agua durante dos días. Se pasa a tubo de centrifuga después de llevar la suspensión a volumen, se centrifuga, se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad y se desprecia el resto. La muestra se trata entonces con 100 ml. de ClH diluido hasta pH 3,0, se agita durante seis horas, se centrifuga y se toma un alícuoto del sobrenadante para medir actividad. Se desprecia el resto del sobrenadante. La muestra de arcilla se lava finalmente con agua y se seca a igual temperatura que antes.

Aparte de las medidas de actividad correspondientes a las cuatro formas ya enunciadas, se midió la actividad en la muestra inicial, y en la final.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los resultados, los equivalentes de manganeso se han calculado partiendo del valor actividad/concentración de la disolución saturante para cada caso. Las medidas de actividad se han obtenido relacionando los valores de cuentas/min. para cada análisis con los de un patrón de actividad conocida, y leído en cada sesión de trabajo para corregir así las alteraciones producidas por el decay del  $^{54}\text{Mn}$ .

En el gráfico 1 están los resultados correspondientes a la saturación de las arcillas. Cada punto representa la media de dos operaciones.

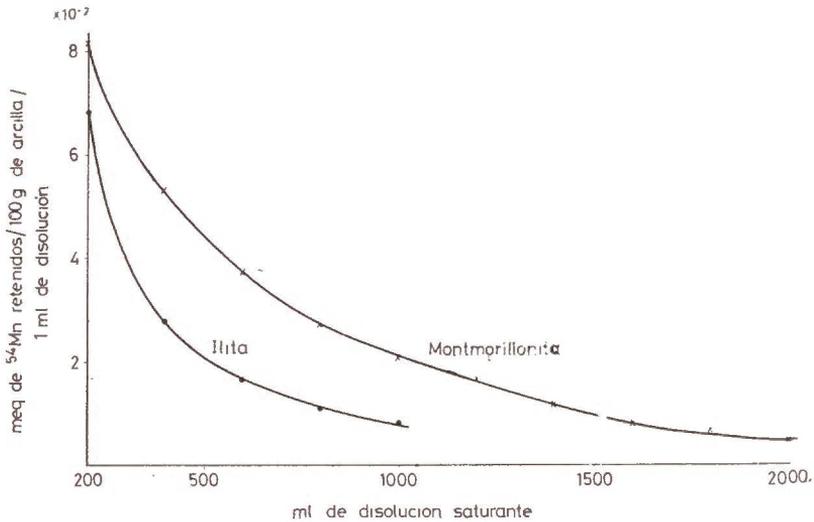


Gráfico 1

Los valores totales fijados han sido de 55 meq/100 grs. para la montmorillonita y de 26 meq/100 grs. para la ilita, lo cual representa el 70 y el 54 por 100 respectivamente de sus capacidades de cambio.

La parte final de las curvas tienen una forma casi asintótica a un valor de 1 a 1,5 meq/100 gr. de arcilla. La cantidad de manganeso incluida bajo esa asintota podría representar una fracción que precipita en cada tratamiento, de una forma constante, y que en consecuencia no debería considerarse como cambiante. Estos valores, deducidos del gráfico 1, representarían unos 7 meq/100 gr. para la ilita y unos 10 para la montmorillonita. No obstante esta interpretación de los gráficos es sólo hipotética, ya que la arcilla previamente acidificada es un impedimento para este tipo de precipitación.

Los resultados correspondientes al intercambio con  $\text{NH}_4^+$  se pre-

sentan en el gráfico 2. La arcilla íltica libera el  $Mn^{++}$  mucho más rápidamente que la montmorillonítica. Esta última tiene un comportamiento más gradual y acorde con una reacción de intercambio.

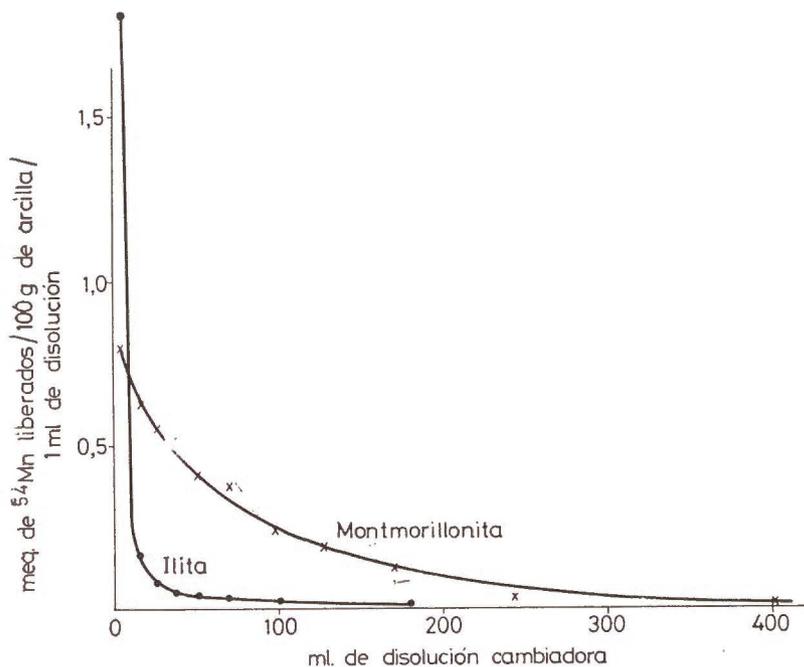


Gráfico 2

Ya en los resultados que presentan Dalal y Chatterjee (3) se puede observar una mayor efectividad del  $NH_4^+$  para desplazar  $Mn^{++}$  de la ílita que de la montmorillonita.

En ambas experiencias se ha podido comprobar que las cantidades de  $Mn^{++}$  liberadas coinciden prácticamente con las fijadas en el proceso de saturación, lo cual de ninguna manera contraría la hipótesis de precipitación de  $Mn(OH)_2$  que apuntábamos anteriormente, ya que evidentemente la disolución ácida que hemos planteado para el intercambio puede ser suficiente para solubilizar este supuesto  $Mn(OH)_2$ .

Finalmente vamos a considerar los resultados correspondientes a la distribución de las formas de Mn.

En la tabla II se dan los valores correspondientes a cada una de las formas estudiadas, expresados en % del Mn total retenido. Las dos arcillas siguen presentando prácticamente una gran proporción del Mn en forma cambiable, aunque con variación importante en las dos.

La montmorillonita se presenta como un cambiador típico, en donde la evolución a las formas fácilmente reducible, óxidos de valencia 3,

y residual, obedece a un comportamiento esperado, con disminuciones progresivas de valores y valores casi nulos en los dos últimos estados de evolución.

TABLA II

Valores expresados en % del manganeso retenido inicialmente por cada arcilla

	Montmorillonita	Ilita
Cambiable .....	90,3	58,5
Fácilmente reducible .....	6,1	11,5
Oxidos de valencia 3 .....	1,5	19,8
MnO <sub>2</sub> .....	—	—
Incorporado a la arcilla .....	1,0	9,6

La muestra ílítica presenta un comportamiento más irregular. Empezando por mantener en forma cambiable sólo un 58,5 por 100 del total y presentando cantidades importantes en el fácilmente reducible y sobre todo en las formas de óxidos de valencia tres y residual.

El hecho de que casi el 20 por 100 del manganeso retenido inicialmente por la arcilla esté en forma de óxidos de valencia tres al cabo de un año, es de gran importancia en los estudios de asimilabilidad del manganeso, dada la gran extensión de los suelos con arcillas ílíticas. Este resultado obliga a tener en cuenta el manganeso extraíble por fosfatos cuando se estudian sus formas asimilables por las plantas, de acuerdo con el trabajo ya citado (1).

El hecho de la no existencia del MnO<sub>2</sub> en ninguna de las dos muestras confirma la tesis de McKenzie (9), sobre las dificultades de la formación de estos minerales en las condiciones de los suelos.

Otro resultado a considerar es el casi 10 por 100 de manganeso de la ílita incorporado a la arcilla y no extraíble por ninguno de los tratamientos descritos. Podría pensarse en incorporación del ión Mn<sup>++</sup> al retículo de las ilitas, o quizás en unas condiciones creadas por esta arcilla, que protegen a determinados óxidos de manganeso de su ataque, mediante uniones formadas entre partículas coloidales de distinto signo, y estabilizadas por un estado prolongado de sequedad.

CONCLUSIONES

1. El  $Mn^{++}$  se comporta como un catión típicamente cambiante frente a la montmorillonita.
2. Frente a la ilita, tanto la curva de adsorción como la de desorción muestran un cambio brusco al principio, indicando dos zonas bien definidas; una de manganeso fuertemente fijado, y difícilmente liberado, y otra de fijación lenta y liberación rápida.
3. En la montmorillonita se mantiene casi todo el  $Mn^{++}$  cambiante en esa forma, durante un año. Las otras formas presentes son escasas.
4. En la ilita casi la mitad del  $Mn^{++}$  cambiante evoluciona a distintas formas de óxidos. Especialmente es de interés la alta proporción formada de óxidos de valencia 3 extraíbles con fosfatos.
5. Este hecho es significativo en relación con la fracción de manganeso utilizable por las plantas. En el caso de suelos iliticos el manganeso utilizable puede venir representado por las formas soluble, cambiante, fácilmente reducible, y extraíble con fosfatos.

RESUMEN

Se estudia el comportamiento del manganeso como catión saturante frente a dos arcillas, de naturaleza ilitica y montmorillonítica respectivamente.

Para ello se parte de disoluciones de manganeso marcadas con  $^{54}Mn$ .

Igualmente se estudia al cabo de un año las transformaciones del manganeso de cambio que dan lugar a diversos óxidos.

De los resultados obtenidos se extraen consecuencias respecto a las formas asimilables del manganeso en los suelos, y sus problemas de extracción química.

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

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BASER, B. L. and SAXENA, S. N. 1971. Chemical methods of estimating plant available manganese in soils. *Plant and Soil*, 34, 203-207.
- (2) CARPENA, O., GUILLÉN, M. G. y COSTA, F. 1959. Deficiencia de manganeso en Citrus. I. Limonero. *Anal. Edafol. Fisiol. Veg.*, 18, 765-782.
- (3) DALAL, R. C. and CHATTERJEE, R. K. 1970. Release of manganese by various cations from manganese saturated clay minerals and soil clays. I. Clay minerals. *Agrochim.*, XIV, 480-489.
- (4) DION, H. G. and MANN, P. J. G. 1946. Three-valent manganese in soil. *J. Agric. Sci.*, 36, 239-246.
- (5) GILBERT, M. and VAN BLADEL, R. 1970. Thermodynamics and Thermochemistry of the exchange reaction between  $NH_4^+$  and  $Mn^{2+}$  in a montmorillonite clay. *J. Soil Sci.*, 21, 38-49.
- (6) GUTIÁN OJEA, F. y MUÑOZ TABOADELA, M. 1959. Preparación de caolinita-hidrógeno con amberlita IR 120. *Anal. Edafol. Agrobiol.*, 18, 49-57.

- (7) GUTIÁN OJEA, F. 1964. Técnicas de análisis de suelos. Monografías Ciencia Moderna, C. S. I. C., Madrid, 85-86.
- (8) MARTÍN VIVALDI, J. L., LINARES, J. y ALÍAS, I. 1963. The genesis of the montmorillonite in the Cabo de Gata bentonite Proc. Intern. Clay. Conf. 2, 229-236.
- (9) MCKENZIE, R. M. 1972. The manganese oxides in soils. A review. Zeit. Pflanz. Bodenk., 131, 221-242.
- (10) WIKLANDER, L., GHOSH, S. K. 1970. Continuous ion exchange. I. Replacement of Mg and Ca in kaolin, illite and montmorillonite. Acta Agri. Scand., 20, 105-115.

Recibido para publicación: 4-III-75

# ECOLOGIA DE LEGUMINOSAS EN RELACION CON ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES EN GUADALAJARA

## I. ASPECTOS FLORISTICOS Y RELACION CON LA CLASE DE SUELO

por

M. MOREY (\*)

### SUMMARY

#### ECOLOGY OF LEGUMINOSAE SPECIES RELATED TO AMBIENTAL FACTORS IN THE PROVINCE OF GUADALAJARA (SPAIN). I. FLORISTIC DATA AND RESPONSE TO SOIL TYPE

This is the first of a series of papers on the response of leguminosae species to some ambiental factors: altitude, slope, soil type, pH, rate of active calcium and other complementary factors.

Floristic composition of 89 samples of 500 to 1.000 m<sup>2</sup>, providing a relative uniform coverage of almost the whole province of a surface of 12.190 m<sup>2</sup>, has been studied. 94 species of 21 genera have been detected and, therefore, the obtained data consist of  $94 \times 89 = 8.366$  single data of presence-absence.

The frequency of each genus and species as percentage of samples in which the genus or species is present, respect to the total number of the observed samples, has been estimated. The higher frequency genera are *Medicago*, *Vicia*, *Trifolium* and *Ononis*, and the species are *Medicago sativa*, *Medicago minima*, and *Vicia sativa* (in decreasing order). For each of the 11 soil types, the percentage of samples where the genera or species are present, related to the total number of samples in the soil type is represented in the histograms. Thus, the possible effect of sampling intensity in each soil type is avoided. These soil type histograms show the affinity of *Genista*, *Ononis*, *Coronilla*, and *Hippocrepis* for calcareus soils, and the affinity of *Lathyrus*, *Trifolium*, *Anthyllis* and *Ornithopus* for non-calcareus ones. *Medicago*, whose more frequent species *M. sativa* seems to be indifferent to the soil type, but whose other species have clear affinity for calcareus soils, can be included in the first group.

The soil type histograms of the species of each genus have been compared. In the genus *Trifolium*, groups of species of similar histogram, can be made.

The similarity of the histograms of *T. pratense* and *T. repens* may be related to

---

(\*) Dirección actual: Departamento de Zoología y Ecología. Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo.

the needs of soil moisture. *T. dubium* and *T. micranthum* have similar soil type histograms and geographical area. *T. arvense*, *T. gemellum*, *T. striatum* and perhaps *T. angustifolium* and *T. glomeratum* can form another group, with a similar geographic area on non-calcareous soils. The presence of some of these species in two non-calcareous areas of less than 20 Kms<sup>2</sup> in the center of a 5.000 Kms<sup>2</sup> calcareous soil region is remarkable. Except *T. scarbrum* and *T. campestre*, that tolerate calcareous soils, the other species have a similar response to soil types. Within the genus *Vicia*, *V. lutea* ssp. *lutea* and *V. peregrina* show opposed soil type histograms and separated geographic area. In the genus *Astragalus*, the histogram and the geographic area of *A. hamosus* comprises that of *A. stella*.

La distribución de las especies vegetales terrestres depende, como es sabido, de las oportunidades que hayan tenido de alcanzar un determinado lugar geográfico (factores biogeográficos) y de las condiciones ambientales del lugar que permitan su supervivencia y reproducción (factores ecológicos).

En este caso el concepto de «condiciones ambientales» está tomado en el más amplio sentido del término ambiente, incluyendo los factores ambientales abióticos climáticos, microclimáticos y edáficos y los factores ambientales bióticos representados por los seres vivos de la comunidad (relaciones intraespecíficas e interespecíficas).

Para un buen conocimiento de la ecología de una especie o grupo de especies es necesario conocer y considerar a la vez todos los factores ambientales bióticos y abióticos que influyen en ellas, ya que los estudios parciales en los que se tienen en cuenta tan sólo algunos factores aisladamente pueden dar resultados, no sólo incompletos, sino incluso erróneos o equívocos en virtud de la interdependencia de los distintos factores ambientales, generalmente con «patterns» de variación más o menos bien definidos, que forman un sistema en el sentido cibernético del término.

Sin embargo, ante la dificultad, insalvable siempre en términos absolutos, de estudiar a la vez y con precisión todos los factores, se ha recurrido a diversos artificios que permiten el conocimiento del comportamiento de una o más especies, frente a las variaciones ambientales con ciertas garantías, como por ejemplo, la limitación del estudio a aquellos factores ambientales de los que se tienen datos suficientes para presumir que su influencia es más importante (factores limitantes) o estudiar un gran número de factores sin decidir «a priori» su importancia relativa y aplicar al conjunto de datos técnicas de análisis multivariante, entre otras.

Así, abundando en el primer aspecto, es sabido que en el estudio de la distribución de las especies en amplias zonas de la biosfera, los factores ambientales que más influyen son los de tipo geográfico o macroclimático, siendo, en cambio, menos importante a estas escalas los microclimáticos, edáficos, etc. Lo contrario ocurrirá en los estudios limi-

tados a áreas más reducidas, en las que generalmente no existen barreras geográficas importantes ni grandes diferencias macroclimáticas.

El estudio del comportamiento ecológico de las distintas especies frente a las variaciones de los factores ambientales en condiciones naturales ha recibido en los últimos años un fuerte impulso. Las indicaciones generales de la ecología de una planta frente a algún factor, tales como las de asignarles calificativos de calcófilas o calcófugas, acidófilas, o basófilas, termófilas o termófugas, etc., se han revelado absolutamente insuficientes por su imprecisión para fines aplicados o para el planteamiento de estudios más detallados. Tales conocimientos imprecisos, basados generalmente en observaciones generales efectuadas sin rigor estadístico, vienen siendo sustituidas por estudios más detallados (6, 7).

Siguiendo estas líneas de investigación hemos realizado un estudio del comportamiento ecológico de las especies de leguminosas espontáneas herbáceas y arbustivas presentes en una región geográfica que, siendo de reducida extensión, presenta sin embargo una extraordinaria variedad de clases de suelo y relieve, como es el caso de la provincia de Guadalajara. Ello nos ha permitido definir el comportamiento de cada especie aplicando técnicas estadísticas que nos han llevado a la determinación de medias y desviaciones, por una parte, y a la elaboración de perfiles ecológicos y otras representaciones gráficas, por otra, de tal modo que la complementación de ambas técnicas ha proporcionado resultados interesantes. Los factores ambientales considerados han sido los siguientes: clase de suelo, altitud, pendiente, orientación, fitoclima, pH y proporción de calcio activo. Además, se han aplicado técnicas multivariantes a los datos de presencia-ausencia de todas las especies en todas las localidades con el fin de obtener una visión de conjunto que muestre las afinidades entre especies en relación con la variación de los factores ambientales (2, 17). Con aplicación simultánea de las distintas técnicas señaladas, se pretende lograr una ordenación de especies según sus afinidades ecológicas, llegando a distinguir «grupos ecológicos», tomando este término en sentido muy amplio, evitando con ello el entrar en las precisiones, a veces bizantinas, sobre este concepto (4, 5, 21, 10, 15, 6).

Cabe señalar el interés práctico que pueden tener este tipo de investigaciones debido al carácter de «pratenses» de gran parte de las especies estudiadas y a su calidad de leguminosas con el conocido efecto de enriquecimiento del suelo en nitrógeno gracias a las bacterias simbióticas de los nódulos de sus raíces.

## MATERIAL Y METODOLOGÍA GENERAL

Se han estudiado 89 localidades de la provincia de Guadalajara, determinadas previamente sobre el mapa de suelos de la provincia a escala 1/250.000 (8), con el criterio de que cada subclase de suelo esté representada por 3 ó 4 muestras y de modo que en conjunto quede representada geográficamente la mayor parte de la superficie de la provincia, que tiene una extensión de 12.190 Km<sup>2</sup> (figura 1 y tabla I).

TABLA I

*Lista de localidades muestreadas en el presente trabajo con expresión del número de orden por el que pueden identificarse*

Núm. de orden	N o m b r e
1	Entre Azuqueca y Alovera.
2	Chiloeches.
3	Entre Chiloeches y Azuqueca.
4	Guadalajara.
5	Horche.
6	Entre Tendilla y Alhóndiga.
7	Peñalver.
8	Escopete.
9	Fuentenovilla.
10	Entre Fuentenovilla y Yebra. A unos 3 Kms. de Fuentenovilla.
11	Yebra.
12	Entre Fuentenovilla y Yebra. A unos 2,5 Kms. de Yebra.
13	Entre Fuentenovilla y Yebra. A mitad de camino entre ambas.
14	Entre Pozo de Almoguera y Albares.
15	Almoguera.
16	Mazuecos.
17	Amónacid de Zorita.
18	Central Nuclear de Zorita.
19	Durón.
20	Arbeteta.
21	Armallones.
22	Entre Villanueva de Alcorcón y Zaorejas.
23	Torremocha del Pinar.
24	Entre Torremocha del Pinar y Corduenta. En el cruce.
25	Entre Torremocha del Pinar y Corduenta. A unos 2 Kms. del anterior.
26	El Pedregal.
27	Entre Molina de Aragón y Cubillejo de la Sierra.
28	Entre Cubillejo de la Sierra y La Yunta.
29	Molina de Aragón.

T A B L A I (continuación)

Núm. de orden	Nombre
30	Rueda de la Sierra.
31	Milmarcos.
32	Cobeta. A 1 Km. del centro del pueblo.
33	Cobeta. A unos 2,5 Kms. yendo hacia Ciruelos.
34	Riba de Saelices.
35	Sacecorbo.
36	Ocentejo.
37	Laranueva.
38	Santa María del Espino.
39	Iniéstola.
40	Entre Alcolea del Pinar y Luzaga.
41	Entre Alcolea del Pinar y Luzaga.
42	Alcolea del Pinar.
43	Torremocha del Campo.
44	Villanueva de la Torre.
45	Galápagos.
46	Valdenuño Fernández.
47	Villaseca de Uceda.
48	Puebla de Beleña. A unos 1,5 Kms. yendo a Villaseca de Uceda.
49	Torrebeleña.
50	Puebla de Beleña. A 3,5 Kms. yendo hacia Tamajón.
51	Retiendas.
52	Tamajón. Cerca de la desviación a Retiendas.
53	Majaelrayo.
54	Campillejo.
55	Tamajón.
56	Cogolludo.
57	Espinosa de Henares.
58	Fuencemillán.
59	Entre Fuencemillán y Cogolludo.
60	Entre Cogolludo y Veguillas.
61	Veguillas.
62	Hiendalcina.
63	Aldeanueva de Atienza.
64	Condemios de Abajo.
65	Galve de Sorbe.
66	Tordelloso.
67	Atienza.
68	Imón.
69	Entre Palazuelos y Sigüenza.
70	Barbatona.
71	Entre Torremocha del Campo y Algora.

TABLA I (continuación)

Núm. de orden	N o m b r e
72	Almadrones.
73	Alaminos.
74	Masegoso de Tajuña.
75	Brihuega.
76	Brihuega.
77	Entre Brihuega y Utanos.
78	Bujalaro.
79	Castilblanco de Henares.
80	Cañizar.
81	Valdenoches.
82	Valdenoches.
83	Ciruelos.
84	Entre Fontanar y Yunquera de Henares.
85	Málaga del Fresno.
86	Humanes.
87	Yunquera de Henares.
88	Cabanillas del Campo.
89	Entre Chiloeches y Pozo de Guadalajara.

Se trata, por tanto, de un muestreo en cierto modo subjetivo, siendo discutible el interés de haber realizado otro tipo de muestreo, como por ejemplo uno al azar; pero la intencionalidad de tal tipo de muestreo es la de fijar la preferencia en los factores edáficos, especialmente los que se refieren al pH y a la proporción de calcio asimilable por las plantas, para los cuales se conoce la notable sensibilidad de muchas especies (y aún géneros) de leguminosas. Por tanto, la variación de los demás factores ambientales considerados no se ha tenido en cuenta «a priori» en la distribución de las muestras, pudiendo estar ligados en parte a las clases de suelo. Tal tipo de muestreo es habitual en esta clase de trabajos (7), y, por otra parte, aunque no se ha realizado el muestreo estadísticamente al azar, realmente la distribución de las muestras no se aleja mucho de dicho tipo (figura 1). La escala del mapa de suelos usado para la situación de las muestras permite la localización detallada del lugar en el campo, pero en la localidad se encuentran generalmente partes sometidas en diversos grados a la influencia humana, desde los campos de cultivo bien escardados, en los que se encuentra únicamente la especie cultivada, hasta bosques o pastos de montaña en los que la influencia humana es escasa. El criterio seguido para la determinación exacta del área de muestreo ha sido el de escoger siempre entre las posibilidades presentes (bosque natural o seminatural o de

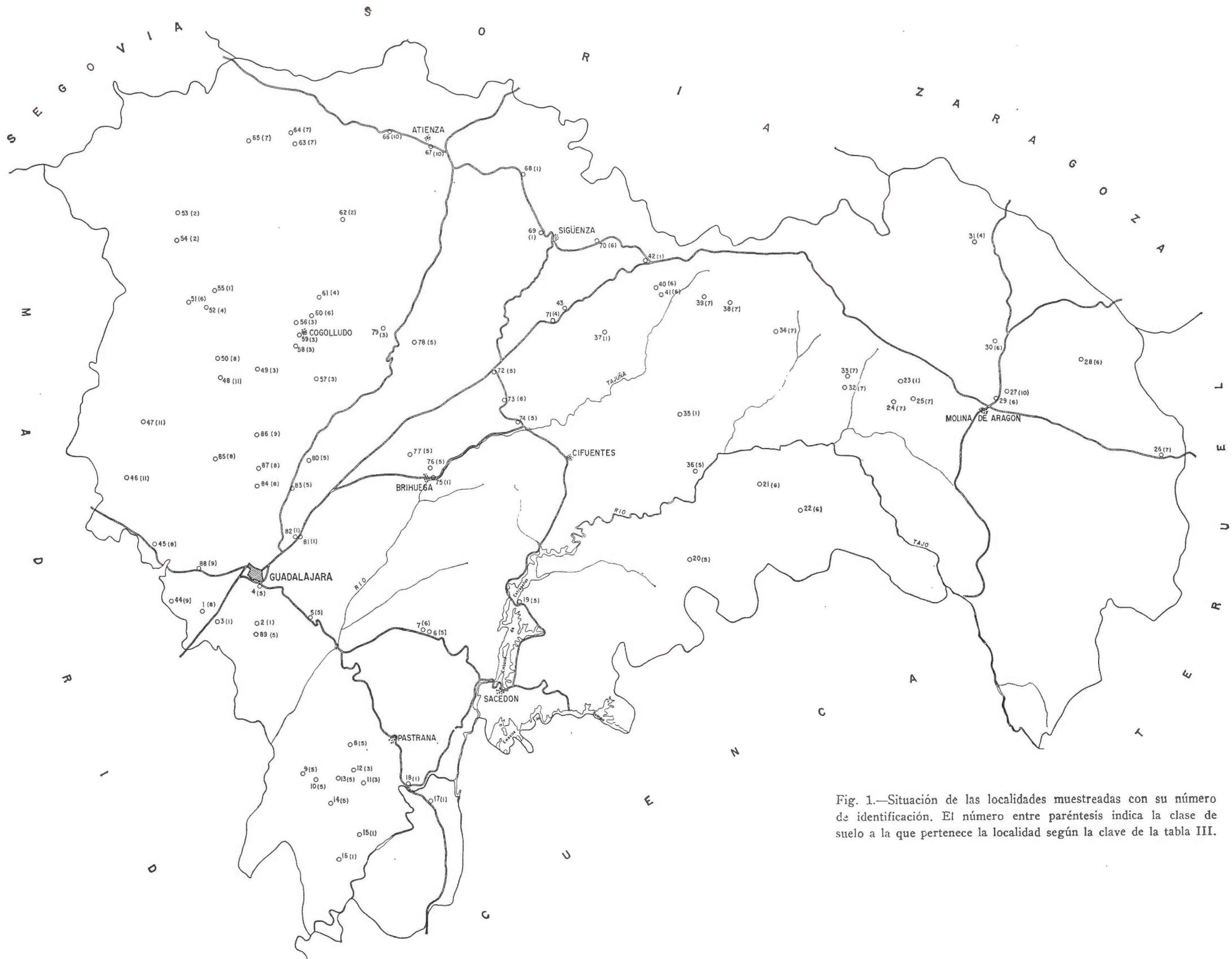


Fig. 1.—Situación de las localidades muestreadas con su número de identificación. El número entre paréntesis indica la clase de suelo a la que pertenece la localidad según la clave de la tabla III.



repoblación, pasto, erial, barbecho, zona de cultivo, etc.) el área menos influida por el hombre, excepto en el caso de los bosques, en los cuales se han muestreado preferentemente los claros con hierba en atención a que la mayor parte de las especies son de tipo herbáceo o sufruticoso y se encuentran preferentemente en los lugares donde predomina la vegetación herbácea.

El tamaño de área de muestreo no se fijó «a priori», sino en función de las características de la localidad, según la superficie presente cubierta por una vegetación aparentemente uniforme. En todo caso, la superficie de cada muestreo oscila entre los 500 y los 1.000 m<sup>2</sup>.

En cada localidad se han determinado los siguientes datos:

1. Altitud.
2. Pendiente.
3. Orientación.
4. Clase de suelo.
5. pH del suelo.
6. Proporción de calcio activo en el suelo.
7. Fitoclima.
8. Especies de leguminosas presentes.

Además, se registraron una serie de datos complementarios como pendientes del suelo en los alrededores de la muestra (por ejemplo, podrá tratarse de una muestra sobre suelo de pendiente suave en una terraza de una ladera de pendiente fuerte), orientación de los alrededores de la muestra, color del suelo, presencia de rocas aflorantes, cultivos más frecuentes en los alrededores, especies de plantas no leguminosas dominantes en el área de muestreo, etc. Sólo se han elaborado estadísticamente los 7 factores ambientales citados en primer lugar, sirviendo los otros como complemento para explicaciones parciales.

El mapa de suelos de Guadalajara en el que se ha basado el muestreo (8), registra 11 clases de suelo definidas por criterios esencialmente genéticos, con un total de 27 subclases. En virtud del desigual número de subclases que tienen las distintas clases de suelo, el número de muestras de cada clase de suelo es desigual. Cabe destacar la gran variedad de esta provincia en cuanto a las clases de suelo, desde los recientes suelos aluviales y coluviales hasta los suelos muy maduros y suelos relictos, y desde los suelos calizos y básicos que ocupan la gran depresión central de la provincia, hasta los suelos ácidos de la zona Oeste y Noroeste (zona montañosa) y partes de la zona Oriental. Ello da lugar a una extensa gama de variación de los factores edáficos.

En cada localidad se han tomado datos de presencia-ausencia de las especies de leguminosas. Muchas de las especies pudieron determinarse en el propio lugar de muestreo, mientras que otras lo fueron en el laboratorio después de preparadas convenientemente. Para su identi-

ficación se usaron las obras generales y monografías habituales (3, 9, 19, 20, 18, etc.); pero interesa hacer constar que en último extremo se aceptó siempre el criterio y denominación de Flora europaea (18). Así por ejemplo, para la especie *Trifolium ornithopodioides* L., según Flora europaea, se acepta esta denominación y no la de *Trigonella ornithopodioides* (L.) DC, admitida por otros autores (3), y se incluyen bajo el nombre de *Medicago polymorpha* L., también según Flora europaea, las especies *M. denticulata* Will., *M. hispida* Gaertner, *M. lappacea* Desr., *M. nigra* (L.) Krockner y *M. Polycarpa* Will., consideradas con rango de especie por otros autores.

Este trabajo se realizó en los meses de junio y julio de 1971, y generalmente se ha podido llegar a la especie en todos los ejemplares recogidos; pero en algunos casos, como en el género *Genista*, por diversas razones no se pudieron identificar con seguridad algunos de los ejemplares recogidos, por lo cual optamos por dejar el estudio a nivel de género.

Para el conocimiento de las posibles preferencias de las distintas especies por determinadas clases de suelo hemos recurrido a la elaboración de perfiles ecológicos, en los que se representa la distribución de frecuencias en las distintas clases de suelo. Los perfiles ecológicos típicos (6) se realizan sobre clases representadas por intervalos de valores en que se divide el rango total de variación del factor ambiental para el que se hace el perfil. En el caso de las clases de suelos, las clases del perfil ecológico no son cuantitativas, sino cualitativas, habiéndose dispuesto estas clases en el mismo orden en que lo han sido en la obra utilizada por nosotros a estos efectos (8). Los perfiles ecológicos para los factores ambientales susceptibles de cuantificación pueden ser objeto de interpretaciones estadísticas más completas, como veremos para otros factores estudiados. En todos los perfiles realizados se ha adoptado el criterio de usar como frecuencia para cada clase o intervalo el porcentaje de muestras comprendidas en cada clase en las que está presente la especie (o el taxón correspondiente) en relación con el número total de muestras comprendidas en la clase o intervalo. Si en vez de tales frecuencias se usa como frecuencia para cada clase el número de muestras de la clase en que está presente la especie, el perfil, en lugar de mostrar las preferencias de la especie respecto al factor estudiado, lo que pone de manifiesto es la irregularidad del muestreo (distinta intensidad de muestreo para cada clase) (6). Otra posibilidad interesante ha sido la de considerar como frecuencias el cociente de dividir las frecuencias tal como se han definido anteriormente por la frecuencia media de la especie para todas las clases. Este cociente puede pasarse a porcentaje. Este método, descrito por Gounod (6) y llamado por otros autores «perfil corregido» (12), ofrece algunas ventajas, pero también algunos inconvenientes y no ha sido adoptado por nosotros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han encontrado 94 taxones de leguminosas, la mayor parte de los cuales están a nivel de especie, algunos a nivel de subespecie y excepcionalmente a nivel de género (sólo el caso de *Genista*).

Concretamente en este género, la mayor parte de los ejemplares pertenecían a la especie *G. scorpius* (L.) DC., pero en algunas localidades se encontraban otras especies que no pudieron ser identificadas por falta de elementos florales.

Para algunas especies poco frecuentes no hemos podido llegar a su identificación y denominación exactas, pero sí a individualizarlas frente a otras especies del mismo género, y se les ha asignado un número que las distingue de las demás, como por ejemplo *Ononis* sp. 1. Los 94 taxones encontrados se agrupan en 21 géneros, como puede verse en la tabla II, en la que se consigna además el número de localidades en las que se ha encontrado cada especie y género y la frecuencia relativa, expresada como porcentaje de localidades en las que se han encontrado respecto al total de localidades estudiadas. Para aquellas especies encontradas en un número de localidades igual o inferior a seis, lo cual supone una frecuencia relativa muy baja, se han consignado en la columna correspondiente las localidades en las que se encuentran, identificadas por su número de orden de la tabla I y cuya situación geográfica puede verse en la figura 1. Por su baja frecuencia en esta provincia, tales especies pueden tener interés florístico, sirviendo para complementar trabajos florísticos realizados anteriormente por otros autores (14, 16, etc.).

La frecuencia relativa, tal como se expresa en la tabla II, puede resultar un índice interesante para el estudio florístico de la región. Tal índice suele aplicarse a comunidades más concretas o fitocenosis y se define como «la consistencia o regularidad con que una especie está distribuida en el área de la fitocenosis» (11, 6). Aplicado a una provincia entera, con comunidades vegetales muy distintas entre sí, pondrá de manifiesto cuales son las especies más comunes (no las más abundantes) y las más raras. Al mismo tiempo la frecuencia refleja, en cierto modo, el grado de tolerancia de la especie a los factores ambientales de la región, es decir que las especies más frecuentes serán las de mayor amplitud ecológica.

En todas las localidades estudiadas se ha encontrado algún representante de la familia, si bien esta representación ha sido muy variable, desde localidades con sólo dos especies, como la número 77, Brihuega-Utanos, hasta localidades con 20 especies, como la número 63, Aldeanueva de Atienza. El promedio de especies presentes en cada localidad es de 10,3.

A partir de la tabla II pueden clasificarse los géneros y especies según su mayor o menor frecuencia en una escala arbitraria.

TABLA 11

*Especies de leguminosas encontradas en las localidades muestreadas, con indicación de su frecuencia absoluta y relativa, así como de las localidades en que se encuentran en los casos de especies poco frecuentes. Se ha seguido ordenación y numeración de Flora europaea*

Género y especies	Núm. de localidades en que se encuentran	Localidades en que se encuentran (identificadas por su número de orden)	Frecuencia relativa en % de presencias respecto al total
16. Genista L. ... ..	27		30,3
Genista sp. ... ..	27		30,3
20. Lygos Adanson ... ..	5		5,6
1. L. sphaerocarpa (L.) Heywood...	5	18, 46, 59 85, 88	5,6
28. Lupinus L. ... ..	2		2,2
3. L. angustifolius L. ... ..	2	45 y 53	2,2
29. Argyrolobium Ecklon y Zeyher ... ..	7		7,9
1. A. zanonii (Turra) P. W. Ball ...	7		7,9
38. Astragalus L. ... ..	28		31,5
17. A. stella Gouan ... ..	10		11,2
18. A. sesameus L. ... ..	1	59	1,1
24. A. hamosus L. ... ..	18		20,2
112. A. incanus L. ... ..	4	9, 19, 35 y 80	4,5
43. Psoralea L. ... ..	1		1,1
1. P. bituminosa L. ... ..	1	56	1,1
49. Vicia L. ... ..	65		73,0
18. V. onobrychioides L. ... ..	4	22, 23, 63 y 86	4,5
21. V. villosa Roth. ssp. pseudocracca (Bertol) P. W. Ball ... ..	1	1	1,1
26. V. monantha Retz. ssp. monantha ... ..	4	4, 18, 65 y 83	4,5
28. V. ervilla (L.) Willd. ... ..	1	23	1,1
45. V. pannonica Crantz. ssp. striata (Bieb.) Nyman ... ..	9		10,1
46. V. sativa L. ... ..	45		50,6
47. V. lathyroides L. ... ..	4	27, 38, 39 y 70	4,5
49. V. peregrina L. ... ..	26		29,2
51. V. lutea L. ssp. lutea ... ..	13		14,6
51. Lathyrus L. ... ..	22		24,7
39. L. sphaericus Retz ... ..	2	51 y 56	2,2
40. L. angulatus L. ... ..	7		7,9
41. L. inconspicuus L. ... ..	1	44	1,1

T A B L A I I (continuación)

Género y especies	Núm. de localidades en que se encuentran	Localidades en que se encuentran (identificadas por su número de orden)	Frecuencia relativa en % de presencias respecto al total
43. <i>L. cicera</i> L. ... ..	10		11,2
46. <i>L. annuus</i> L. ... ..	1	30	1,1
49. <i>L. hirsutus</i> L. ... ..	1	33	1,1
54. <i>L. aphaca</i> L. ... ..	2	44 y 65	2,2
53. <i>Ononis</i> L. ... ..	47		52,8
6. <i>O. natrix</i> L. ssp. <i>natrix</i> ... ..	2	15 y 56	2,2
26. <i>O. pusilla</i> L. ... ..	6	32, 56, 61, 72, 76, 89	6,8
32. <i>O. spinosa</i> ... ..	40		44,9
<i>O. sp. 1</i> ... ..	1	19	1,1
<i>O. sp. 2</i> ... ..	2	6 y 31	2,2
54. <i>Melilotus</i> Miller ... ..	22		24,7
2. <i>M. altissima</i> Thuill. ... ..	2	7 y 9	2,2
5. <i>M. officinalis</i> (L.) Pallas... ..	4	7, 8, 78 y 81	4,5
9. <i>M. neapolitana</i> Ten. ... ..	5	4, 15, 16, 63 y 66	5,6
10. <i>M. indica</i> (L.) All. ... ..	2	17 y 58	2,2
13. <i>M. sulcata</i> Desf. ... ..	12		13,5
<i>M. sp. 1</i> ... ..	4	1, 7, 8 y 78	4,5
<i>M. sp. 2</i> ... ..	2	55 y 81	2,2
55. <i>Trigonella</i> L. ... ..	36		40,4
15. <i>T. polyceratia</i> L. ... ..	18		20,2
17. <i>T. monspeliaca</i> L. ... ..	26		29,2
21. <i>T. gladiata</i> Steven ex Bleb....	1	69	1,1
56. <i>Medicago</i> L. ... ..	76		85,4
1. <i>M. lupulina</i> L. ... ..	28		31,5
5. <i>M. sativa</i> L. ... ..	60		67,4
10. <i>M. suffruticosa</i> Ramond ex DC. ssp. <i>leiocarpa</i> (Bentham) P. Fourn. ... ..	3	6, 70 y 72	3,3
12. <i>M. orbicularis</i> (L.) Bartal. ... ..	21		23,6
23. <i>M. rigidula</i> (L.) All. ... ..	41		46,1
25. <i>M. littoralis</i> Rohde ex Loisel ...	2	15 y 18	2,2
31. <i>M. polymorpha</i> L. ... ..	18		20,2
37. <i>M. minima</i> (L.) Bartal. ... ..	46		51,7
57. <i>Trifolium</i> L. ... ..	53		59,5
1. <i>T. ornithopodioides</i> L. ... ..	5	30, 39, 55, 62 y 67	5,6

TABLA II (continuación)

Género y especies	Núm. de localidades en que se encuentran	Localidades en que se encuentran (identificadas por su número de orden)	Frecuencia relativa en % de presencias respecto al total
5. <i>T. strictum</i> L. ... ..	7		7,9
10. <i>T. repens</i> L. ... ..	15		16,9
20. <i>T. retusum</i> L. ... ..	2	33 y 70	2,2
21. <i>T. cernuum</i> Brot. ... ..	3	46, 47 y 55	3,4
22. <i>T. glomeratum</i> L. ... ..	16		18,0
29. <i>T. fragiferum</i> L. ... ..	2	30 y 68	2,2
30. <i>T. resupinatum</i> L. ... ..	1	55	1,1
31. <i>T. tomentosum</i> L. ... ..	8		9,0
44. <i>T. campestre</i> Schr. ... ..	39		43,8
46. <i>T. dubium</i> Sibth. ... ..	9		10,1
47. <i>T. micranthum</i> Viv. ... ..	7		7,9
48. <i>T. striatum</i> L. ... ..	22		24,7
49. <i>T. arvense</i> L. ... ..	20		22,5
56. <i>T. gemellum</i> Pourr. ex Willd. ...	14		15,7
58. <i>T. scabrum</i> L. ... ..	28		31,5
63. <i>T. pratense</i> L. ... ..	13		14,6
69. <i>T. lappaceum</i> L. ... ..	3	30, 44 y 65	3,4
72. <i>T. hirtum</i> All. ... ..	3	63, 66 y 87	3,4
73. <i>T. cherleri</i> L. ... ..	3	46, 48 y 50	3,4
81. <i>T. angustifolium</i> L. ... ..	17		19,1
84. <i>T. smyrnaeum</i> Boiss. ... ..	7		7,9
93. <i>T. squamosum</i> L. ... ..	1	30	1,1
94. <i>T. squarrosum</i> L. ... ..	1	34	1,1
97. <i>T. subterraneum</i> L. ... ..	4	39, 55, 62 y 67	4,5
58. <i>Dorycnium</i> Miller ... ..	1		1,1
4. <i>D. pentaphyllum</i> Scop. ... ..	1	60	1,1
59. <i>Lotus</i> L. ... ..	19		21,3
7. <i>L. corniculatus</i> L. ... ..	16		18,0
9. <i>L. uliginosus</i> Schkuhr. ... ..	2	53 y 84	2,2
11. <i>L. preslii</i> Ten. ... ..	2	67 y 68	2,2
63. <i>Anthyllis</i> L. ... ..	13		14,6
15. <i>A. vulneraria</i> L. ... ..	6	23, 27, 53, 60, 63 y 72	6,8
17. <i>A. lotoides</i> L. ... ..	3	46, 53 y 54	3,4
18. <i>A. cornicina</i> L. ... ..	7		7,9
64. <i>Ornithopus</i> L. ... ..	12		13,5

T A B L A I I (continuación)

Género y especies	Núm. de localidades en que se encuentran	Localidades en que se encuentran (identificadas por su número de orden)	Frecuencia relativa en % de presencias respecto al total
1. <i>O. compressus</i> L. ... ..	10		11,2
2. <i>O. sativus</i> Brot. ssp. <i>sativus</i> ...	1	47	1,1
3. <i>O. perpusillus</i> L. ... ..	2	54 y 64	2,2
65. <i>Coronilla</i> D. ... ..	39		43,8
4. <i>C. minima</i> L. ... ..	5	20, 24, 27, 36 y 59	5,6
12. <i>C. scorpioides</i> (L.) Koch. ... ..	36		40,4
13. <i>C. repanda</i> (Poiret) Guss. ... ..	1	60	1,1
66. <i>Hippocrepis</i> L. ... ..	20		22,5
2. <i>H. scabra</i> DC. ... ..	19		21,3
7. <i>H. ciliata</i> Willd. ... ..	1	18	1,1
3. <i>H. comosa</i> ... ..	1	6	1,1
70. <i>Hedysarum</i> L. ... ..	1		1,1
13. <i>H. humile</i> L. ... ..	1	83	1,1
71. <i>Onobrychis</i> Miller ... ..	3		3,4
4. <i>O. saxatilis</i> (L.) Lam. ... ..	3	63, 66 y 69	3,4

GÉNEROS

*Muy frecuentes* (en más del 75 por 100 de las muestras). *Medicago*.

*Bastante frecuentes* (entre el 75 por 100 y el 50 por 100 de las muestras). *Vicia*, *Trifolium* y *Ononis*.

*Frecuentes* (entre el 50 por 100 y el 25 por 100 de las muestras). *Coronilla*, *Trigonella*, *Astragalus*, *Genista*.

*Poco frecuentes* (entre el 25 por 100 y el 10 por 100 de las muestras). *Lathyrus*, *Melilotus*, *Hippocrepis*, *Lotus*, *Anthyllis*, *Ornithopus*.

*Muy poco frecuentes* (en menos del 10 por 100 de las muestras). *Argyrolobium*, *Lygos*, *Onobrychis*, *Lupinus*, *Psoralea*, *Dorycnium*, *Hedysarum*.

ESPECIES

*Bastante frecuentes*

*Medicago sativa*, *Medicago minima*, *Vicia sativa*.

*Frecuentes*

*Medicago rigidula*, *Ononis spinosa*, *Trifolium campestre*, *Coronilla scorpioides*, *Trifolium scabrum*, *Medicago lupulina*, *Vicia peregrina*, *Trigonella monspeliaca*.

*Poco frecuentes*

*Trifolium striatum*, *Medicago orbicularis*, *Trifolium arvense*, *Hippocrepis scabra*, *Trigonella polyceratia*, *Astragalus hamosus*, *Medicago polymorpha*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium glomeratum*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium gemellum*, *Vicia lutea* sp. *lutea*, *Trifolium pratense*, *Melilotus sulcata*, *Astragalus stella*, *Lathyrus ciceraria*, *Ornithopus compressus*, *Vicia pannonica* ssp. *striata*, *Trifolium dubium*.

*Muy poco frecuentes*

Las 63 especies restantes.

Si comparamos los resultados obtenidos para las especies de *Trifolium* con los obtenidos anteriormente para un área contigua y hasta ligeramente solapada con la de este trabajo, que comprende una superficie de unos 15.000 Kms<sup>2</sup>, delimitada aproximadamente por una circunferencia de unos 70 Kms. de radio con centro en Madrid (13), observamos en general frecuencias más elevadas para todas las especies en esta segunda zona, lo cual puede explicarse por la mayor proporción de suelos de tipo ácido en dicha zona. Por lo demás, salvo el caso de *T. scabrum*, cuya frecuencia es comparativamente más elevada en Guadalajara (debido seguramente a la mayor abundancia de suelos pardocalizos, en los que no se asienta prácticamente ninguna otra especie de trébol), respecto a las demás especies existe una notable coincidencia en el orden decreciente de frecuencias.

Las clases de suelo presentes en la provincia, con indicación del número de muestras tomado en cada una de ellas, puede verse en la tabla III. Como se ve, el número de muestras es proporcional al número de subclases de suelo.

La figura 2 muestra los perfiles ecológicos correspondientes a los géneros presentes en un número de muestras no inferior al 10 por 100 del total (el mismo criterio se ha seguido, en general, para la representación de los perfiles de las especies). Estos perfiles, sobre todo en el caso de géneros representados en esta región por muchas especies, pueden tener a veces un valor muy limitado, ya que puede haber géneros que, por ejemplo, tengan especies (presentes en la provincia) adap-

tadas a distintas clases de suelo; aún así, muestran diferencias notables en sus preferencias o en su falta de afinidad por las distintas clases de suelo.

TABLA III

*Clases y subclases de suelo presentes en la provincia con indicación del número de muestras de cada clase*

Clases de suelo	Número de subclases	Número total de muestras
1. Suelos poco evolucionados ... ..	6	17
2. Xeroranker ... ..	1	3
3. Xerorendzinas ... ..	2	8
4. Rendzinas ... ..	1	4
5. Suelos pardos calizos ... ..	5	18
6. Tierras pardas meridionales ... ..	4	13
7. Tierras pardas subhúmedas ... ..	3	11
8. Suelos pardos no cálcicos ... ..	2	6
9. Suelos rojos mediterráneos ... ..	1	3
10. Vertisuelos ... ..	1	3
11. Suelos hidromórficos ... ..	1	3

En la tabla IV se indican los géneros más relacionados con las distintas clases de suelo, ya sea por su tendencia a encontrarse sobre ellos o a rehuirlos. Cada clase de suelo presenta una serie de características por las cuales se identifica y tiene carácter propio, siendo la interpretación de las relaciones con la distribución de los distintos géneros difícil. Sin embargo, cabe destacar algunos hechos muy claros, como los géneros con afinidad para los *suelos pardos calizos*, que son esencialmente los mismos que los que muestran correlación negativa con los *suelos pardos no cálcicos*, y los que rehuyen los suelos pardos calizos, que son esencialmente los mismos que prefieren los suelos pardos no cálcicos. Tenemos con ello, una primera clasificación aproximada de géneros en calcófilos y calcófugos.

En otros casos puede aventurarse una interpretación ecológica, como los géneros que muestran preferencia por los suelos poco evolucionados, que podrían calificarse como géneros pioneros o de comunidades poco evolucionadas, a no ser que tal carácter de suelos poco evolucionados vaya ligado a otros factores ambientales ligados a su vez con la altitud (los suelos poco evolucionados son los más bajos por ser aluviales o coluviales).

TABLA IV

Géneros de leguminosas relacionados con las distintas clases de suelo por su afinidad o falta de afinidad por ellos

Clases de suelo	Géneros que lo prefieren	Géneros que lo rehuyen
1. Suelos poco evolucionados.	Astragalus, Vicia, Melilotus.	Anthyllis, Ornithopus.
2. Xeroranker.	Trifolium, Anthyllis.	Genista, Astragalus, Ononis, Coronilla.
3. Xerorendzinas.	Astragalus, Ononis, Melilotus, Trigonella, Coronilla, Hippocrepis.	Trifolium, Lotus, Anthyllis, Ornithopus.
4. Rendzinas.	Ononis.	Vicia, Lathyrus, Melilotus, Trifolium, Anthyllis, Ornithopus.
5. Suelos pardos calizos.	Genista, Ononis, Melilotus, Coronilla, Hippocrepis.	Lathyrus, Trifolium, Anthyllis, Ornithopus.
6. Tierras pardas meridionales.	Vicia, Ononis.	Astragalus, Melilotus, Trigonella, Anthyllis.
7. Tierras pardas subhúmedas.	Trifolium.	Astragalus, Ononis, Melilotus, Anthyllis, Hippocrepis.
8. Suelos pardos no cálcicos.	Vicia, Lathyrus, Trifolium, Anthyllis, Ornithopus.	Genista, Ononis, Coronilla, Hippocrepis.
9. Suelos rojos mediterráneos.	Lathyrus, Medicago, Trifolium.	Lotus, Anthyllis, Ornithopus, Hippocrepis.
10. Vertisuelos.	Trigonella, Medicago, Trifolium, Lotus.	Lathyrus, Ornithopus, Hippocrepis.
11. Suelos hidromórficos.	Lathyrus, Trifolium, Ornithopus.	Astragalus, Melilotus, Trigonella, Lotus, Coronilla, Hippocrepis.

Es interesante señalar la diferencia de comportamiento entre *Medicago* y *Trifolium*, que se irá poniendo de manifiesto a lo largo de todo el trabajo con afinidades del primero por suelos típicamente calizos (xerorendzinas, rendzinas y suelos pardos calizos) y ausencia en los suelos ácidos y fríos (xeroranker) y lo contrario en el segundo (fig. 2).

Las especies constituyen entidades más naturales que el género, siendo por tanto más interesante el estudio de las mismas. Los géneros representados por mayor número de especies con índice de frecuencia elevado, tales como *Trifolium*, con 13 especies bien representadas, *Medicago*, con 6 y *Vicia* con 4, muestran una diversificación de preferencias más o menos acusadas según los casos.

En cambio los géneros representados por dos o por una sola especie con frecuencia suficiente para reflejar información estadística, tienen, en general, menos interés.

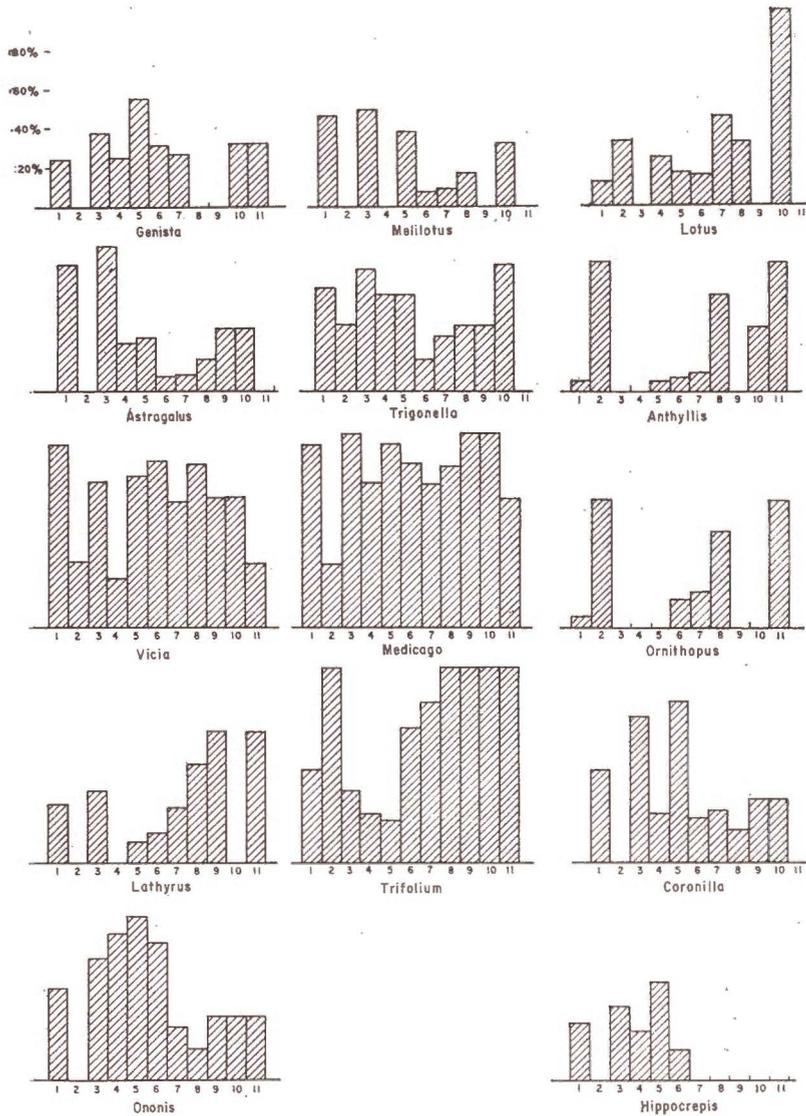


Fig. 2.—Perfiles ecológicos para la clase de suelo de los géneros de leguminosas encontrados. En abscisas, las clases de suelo representadas por números según la clave de la tabla III. En ordenadas, la frecuencia del género en cada clase, expresada en porcentaje de muestras de la clase en la que está presente el género, respecto al número total de muestras de la clase.

Como puede observarse en la figura 3, las especies del género *Trifolium* tienen en común su incapacidad o poca disposición para presentarse sobre los suelos muy calizos, especialmente en la clase de los suelos pardos calizos, tolerados únicamente por *T. scabrum*, así como las rendzinas y xerorendzinas, en las que únicamente están bien representadas la citada especie y *T. campestre*. Pueden hacerse algunos grupos de especies afines atendiendo a sus preferencias edáficas, tales como *T. repens* y *T. pratense*, tienen en común su cualidad de perennes y el estar más extendidos en climas más lluviosos como los del Norte de España (es posible que su semejanza de perfil ecológico para las clases de suelo se debe a que muchas veces se encuentran juntos siempre que la humedad edáfica lo permite con cierta independencia de la clase o las características del suelo). Otro grupo interesante es el constituido por *T. dubium* y *T. micranthum*, especies muy afines taxonómicamente que en muchas ocasiones se encuentran juntas y acompañando a *T. campestre*, ocupando respecto a este último las zonas ligeramente más bajas o más próximas a un pequeño curso de agua, etcétera. Las especies *T. arvense*, *T. gemellum* y *T. striatum* tienen también un perfil muy similar, cuyo rasgo más característico es su gran afinidad para los xeroranker y el rehuir claramente los suelos más calizos (suelos pardo calizos, xerorendzinas y rendzinas). A estas tres especies puede añadirse *T. angustifolium*, y, con reservas por su falta en las tres últimas clases de suelo, *T. glomeratum*.

En conjunto, con la excepción de *T. scabrum* y en menor proporción de *T. campestre*, las distintas especies del género presente en esta provincia muestran un tipo de comportamiento similar.

En virtud de la distribución de las clases de suelo en esta provincia, con suelos de tipo ácido en el Norte y Noroeste, así como en la parte oriental, y predominio de los suelos de tipo calizo, en la depresión centro sur por donde discurren el Henares, Tajuña y Tajo, estas diferencias entre especies y grupos de especies por las distintas clases de suelo tiene a veces una expresión geográfica. Así, *Trifolium dubium* y *T. micranthum* ocupan un área geográfica muy concreta, casi idéntica para los dos, aunque en la mayor parte de las localidades se encuentra sólo una de las especies (fig. 4). Seguramente serán algunos factores microclimáticos los que determinan su distribución en el interior del área conjunta. De modo similar, la semejanza de preferencias edáficas de *T. arvense*, *T. gemellum*, *T. striatum*, *T. angustifolium* y *T. glomeratum*, hace que su área geográfica sea muy parecida, encontrándose simultáneamente las cinco especies en siete de las 32 muestras en que está presente alguna de ellas (22 por 100). Es interesante la presencia de *T. arvense*, *T. gemellum* y *T. angustifolium* en la localidad 6, situada entre Tendilla y Alhóndiga, y de *T. arvense* y *T. striatum* en la localidad 22, situada entre Villanueva de Alcorón y Zahorejas, por tratarse de dos pequeños enclaves de tierra parda meridional de menos de

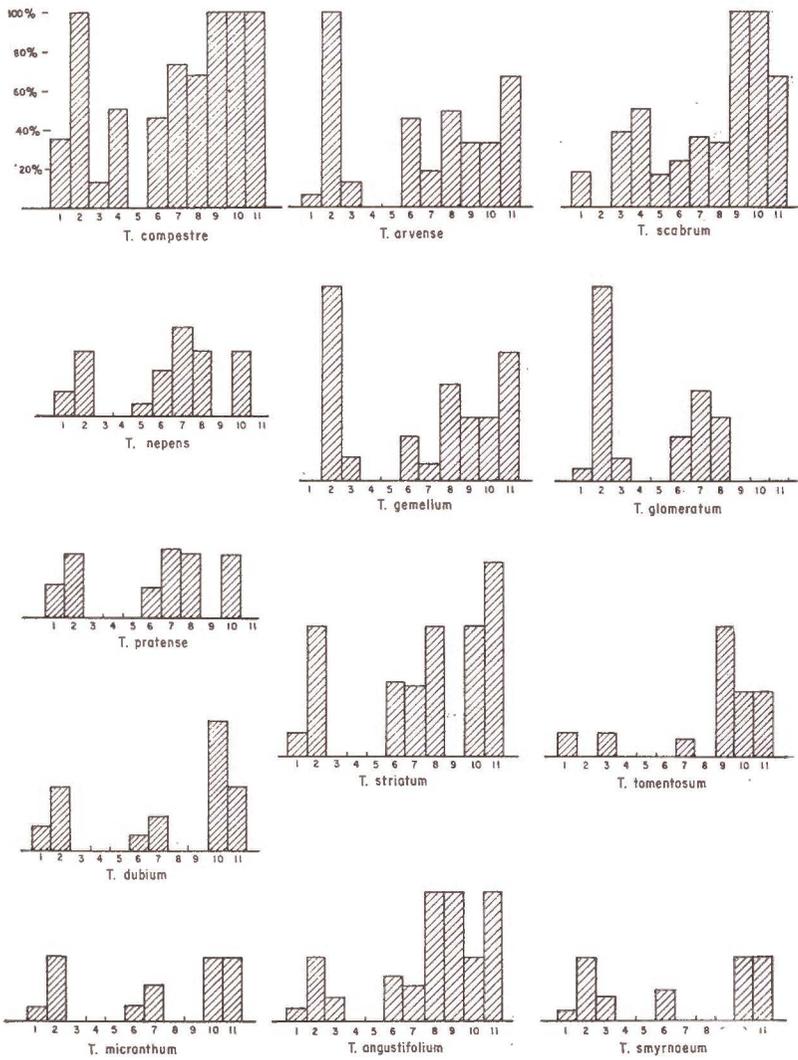


Fig. 3.---Perfiles ecológicos para la clase de suelo de las especies del género *Trifolium* presentes en el área muestreada y con una frecuencia generalmente superior al 10 por 100. Abcisas y ordenadas como en la figura anterior.

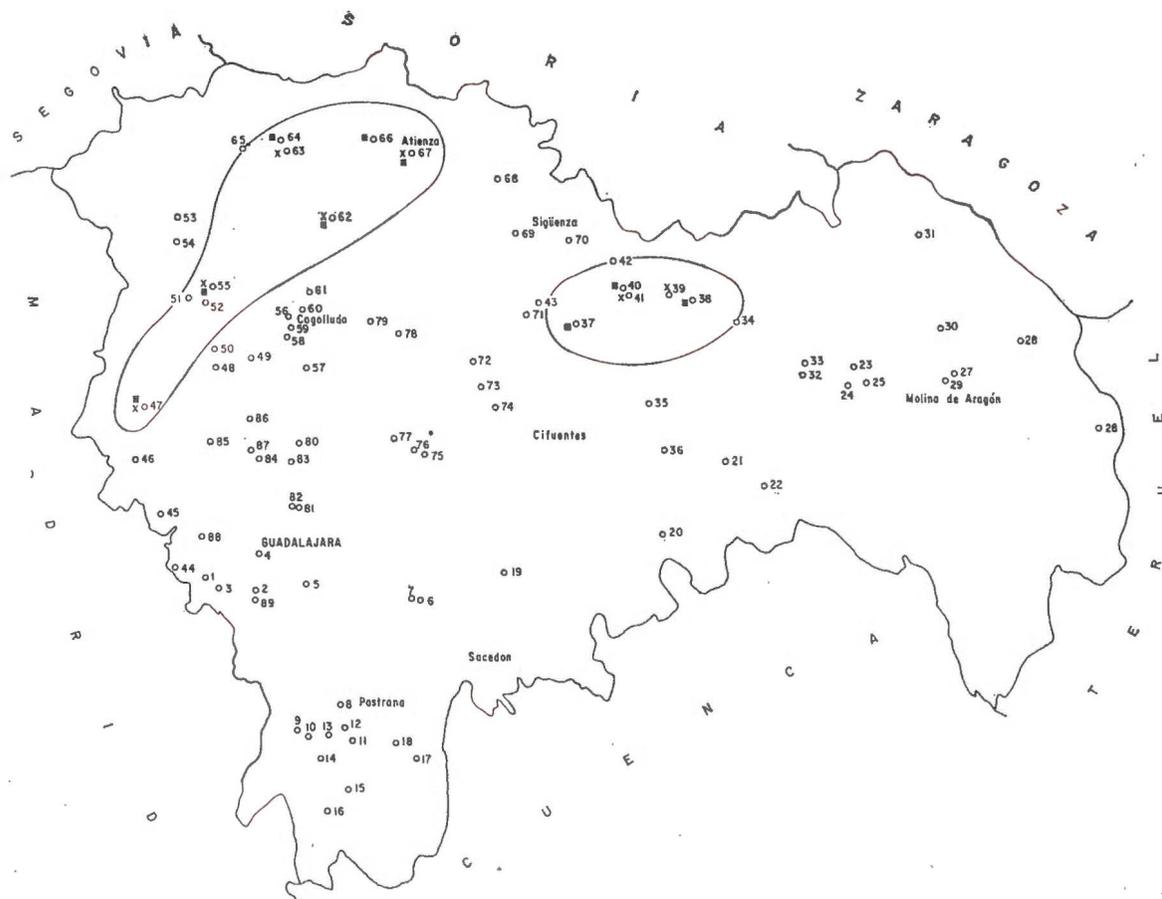


Fig. 4.—Area de distribución de *Trifolium dubium* (cuadrados negros) y *Trifolium micranthum* (aspas).

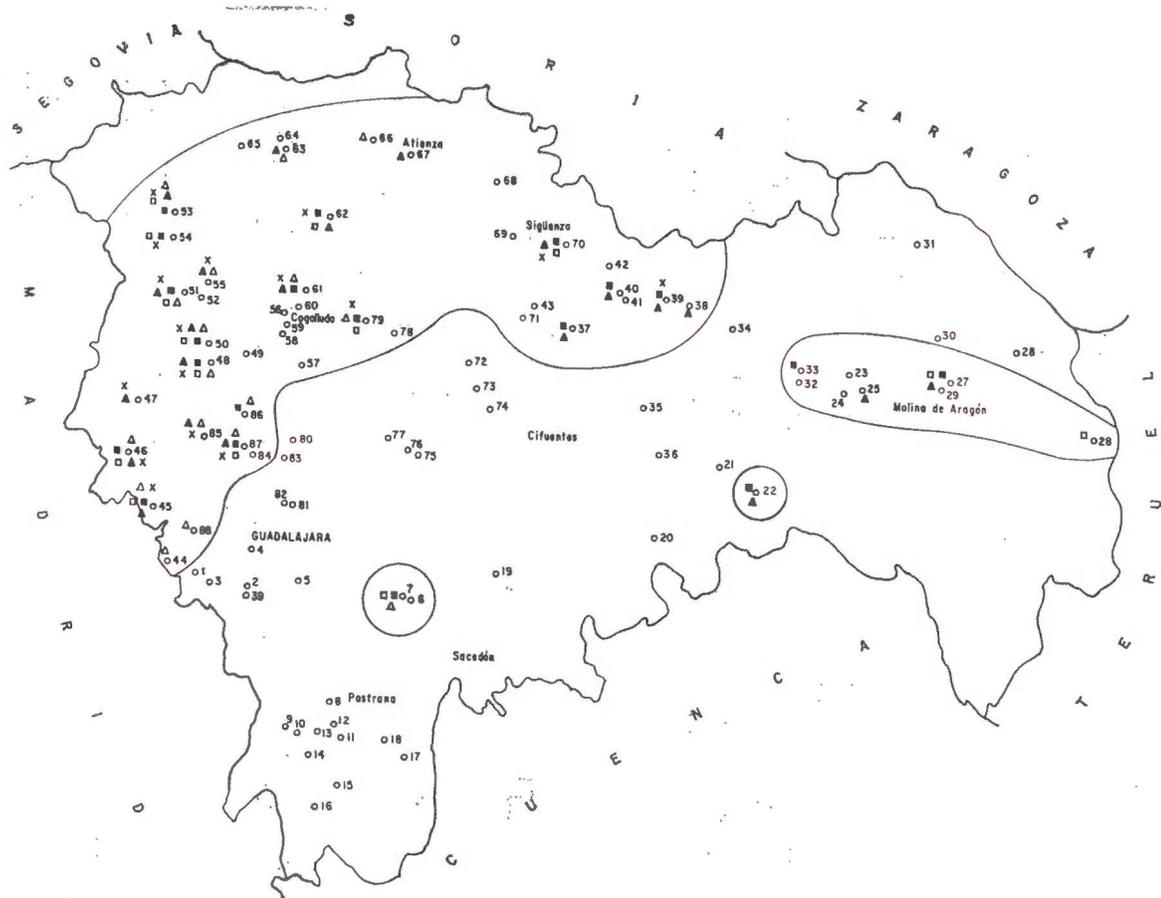


Fig. 5.—Area de distribución de *Trifolium arvense* (cuadros negros), *T. gemellum* (cuadros blancos), *T. striatum* (triángulos negros), *T. angustifolium* (triángulos blancos) y *T. glomeratum* (aspas),

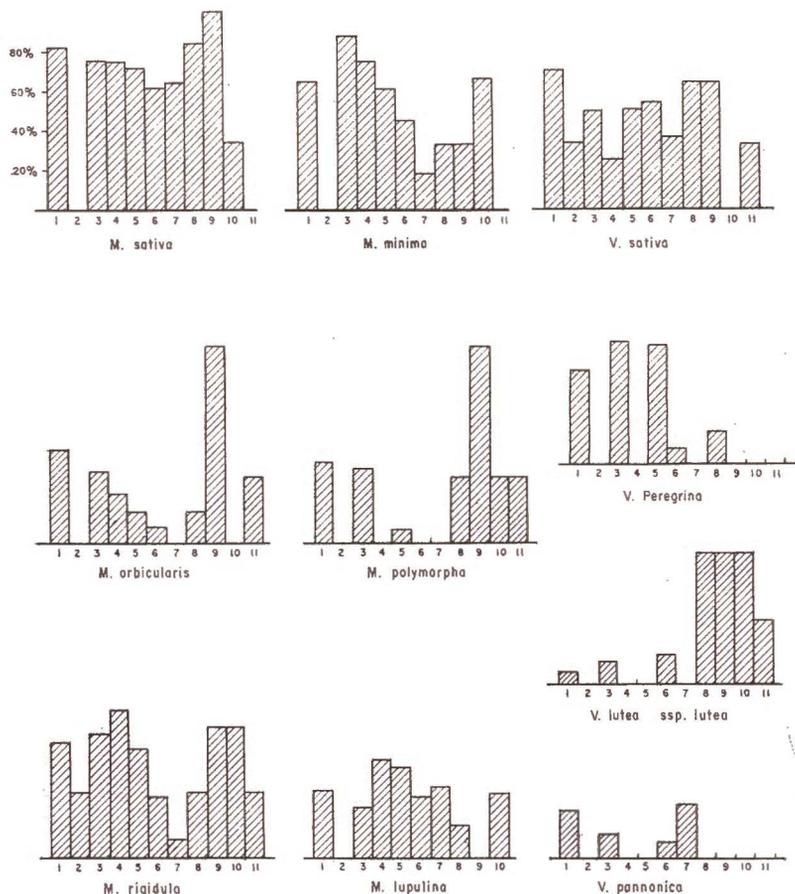


Fig. 6.—Perfiles ecológicos para la clase de suelo de las especies de los géneros *Medicago* y *Vicia*. Abscisas y ordenadas como en la fig. 2.

20 Kms<sup>2</sup> en medio de un área de suelos calizos de unos 5.000 Kms<sup>2</sup>, lo cual puede ser un índice de la capacidad de dispersión de estas especies (figura 5).

El estudio de los perfiles de las especies del género *Medicago* (figura 6) revela que el comportamiento del género en conjunto está en cierto modo enmascarado por el de la especie *M. sativa*, representada en muchas ocasiones por variedades cultivadas naturalizadas, que es la que muestra una frecuencia más elevada de todas las especies encontradas en la provincia y cuyo perfil sólo tiene en común con el de las demás especies su cualidad de rehuir los xeroranker, rasgo quizás el más característico del género. En todas las demás especies queda bien



Fig. 7.—Area de distribución de las especies *Vicia peregrina* (triángulos negros) y *Vicia lutea* ssp. *lutea* (cuadrados negros).

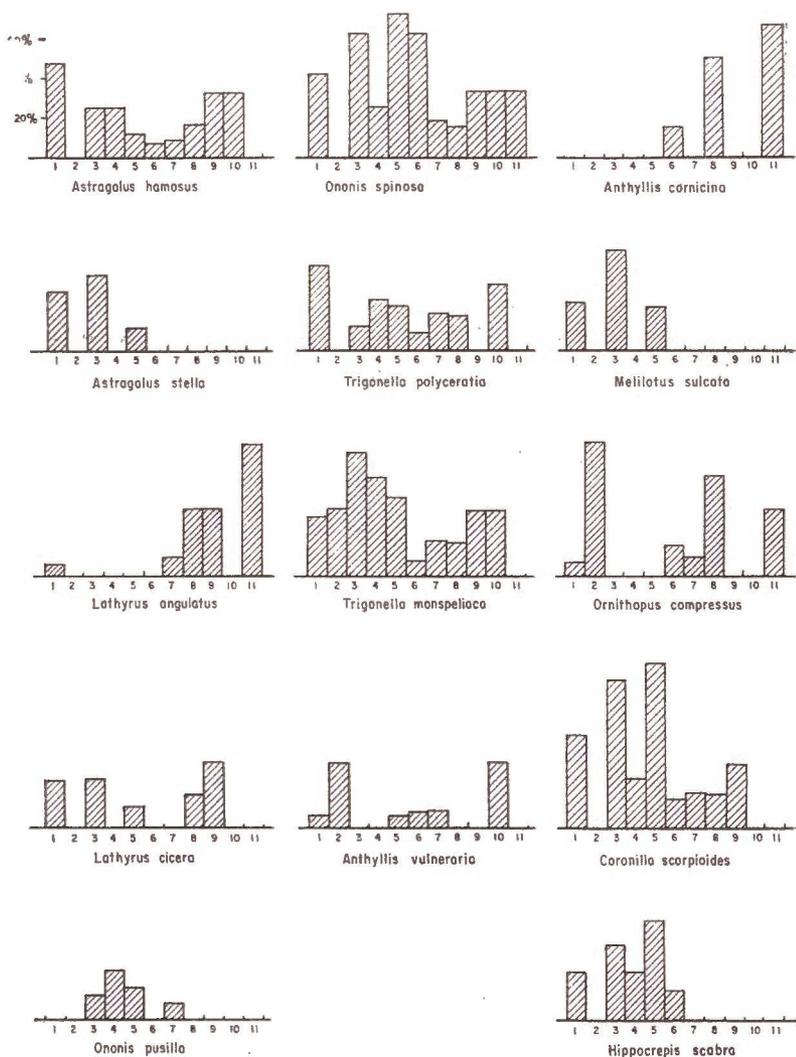


Fig. 8.—Perfiles ecológicos para la clase de suelo de algunas especies de leguminosas. Abscisas y ordenadas como en la fig. 2.

manifiesta su gran afinidad por los suelos de tipo calizo (suelos pardos calizos, xerorendzinas y rendzinas) y su falta de afinidad, además de por los citados xeroranker, por las tierras pardas subhúmedas, siendo *M. lupulina*, la que mejor los resiste. Las especies del género *Vicia*, por el contrario, muestran menor uniformidad de comportamiento, siendo notables las diferencias entre *V. peregrina* y *V. lutea* ssp. *lutea*, *V.*

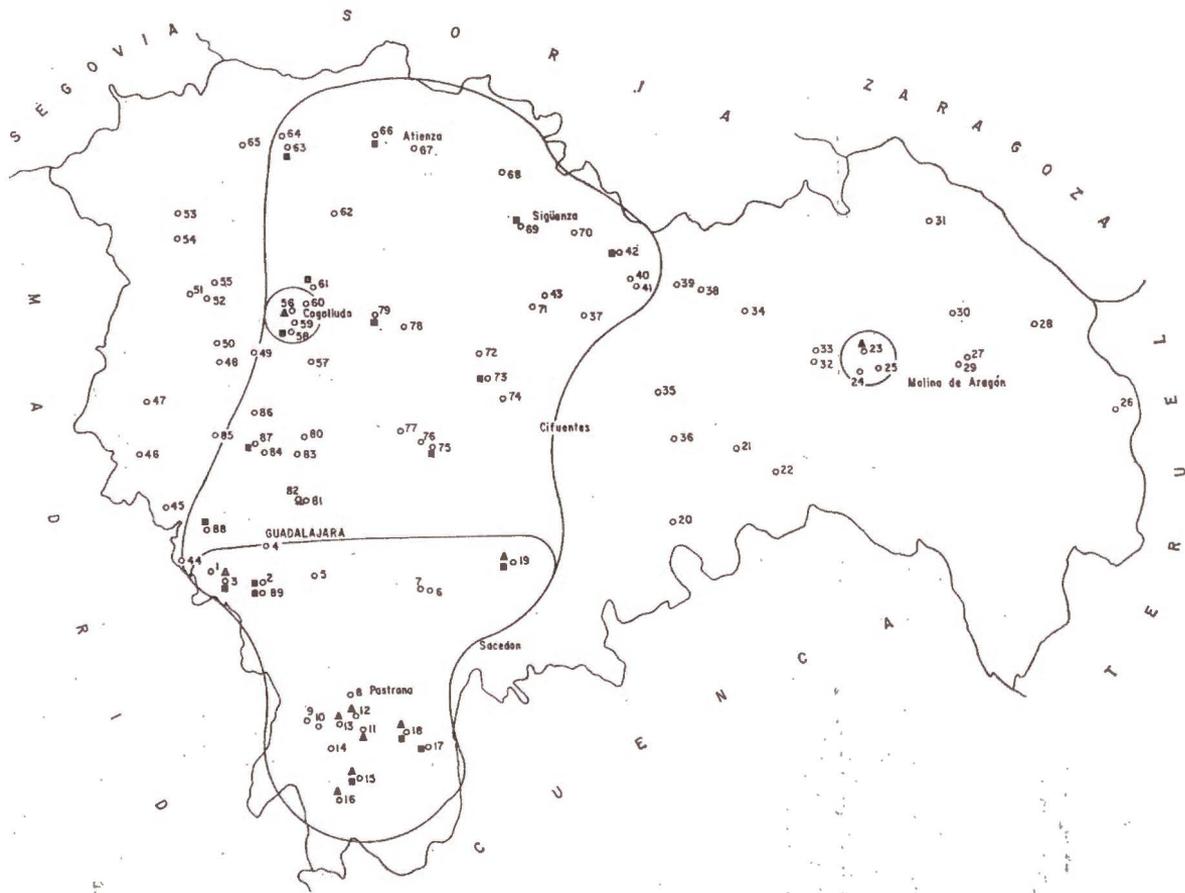


Fig. 9.—Áreas de distribución de *Astragalus hamosus* (cuadrados negros) y *Astragalus stella* (triángulos negros).

*sativa*, por su alta frecuencia apenas si muestra preferencias marcadas, encontrándose prácticamente en todos los suelos (fig. 6).

También la distribución geográfica de *V. peregrina* y *V. lutea* ssp. *lutea* refleja sus distintas preferencias por la clase de suelo, con un área de solapamiento causada por unos enclaves de xerorendzinas en un área donde predominan los suelos ácidos (fig. 7).

Respecto a las especies de los restantes géneros, cuyos perfiles pueden verse en la figura 8, tienen, en general, una frecuencia demasiado baja para poder llegar a conclusiones aceptables, si bien puede observarse en muchos casos una diferencia de comportamiento respecto a la clase de suelo (especies de *Lathyrus*, *Trigonella* y *Anthyllis*). Es interesante el caso de *Astragalus hamosus* y *A. stella*, pues en todas las clases de suelo sobre las que se encuentra la segunda se encuentra también la primera, que además se encuentra en otras clases de suelo, es decir, que podría decirse que el rango de clases de suelo de *A. stella* se encuentra incluido dentro del de *A. hamosus*, que es más común y de mayor amplitud ecológica. Igualmente el área de distribución de *A. hamosus* en la provincia incluye la de *A. stella* (fig. 9).

Cuando sólo una especie del género tiene una frecuencia suficiente para ser representada (casos de *Melilotus sulcata*, *Ornithopus compressus*, *Coronilla scorpioides* e *Hippocrepis scabra*), sus perfiles reflejan esencialmente los de los respectivos géneros.

#### RESUMEN

Este es el primero de una serie de artículos sobre el comportamiento de las especies de leguminosas en la provincia de Guadalajara en relación con los siguientes factores ambientales: altitud, pendiente, clase de suelo, pH, proporción de calcio activo y otros factores complementarios. Para ello se han muestreado 89 localidades de Guadalajara, en las que se ha encontrado un total de 94 taxones de leguminosas (generalmente a nivel de especie), agrupados en 21 géneros.

Expresando la frecuencia de los distintos géneros y especies como porcentaje de localidades en las que la especie está presente respecto al total de localidades muestreadas, se han ordenado los géneros y especies en atención a su grado de frecuencia decreciente, resultando los más comunes en la provincia del género *Medicago*, seguido por *Vicia*, *Trifolium* y *Ononis*, y a nivel de especie *Medicago sativa*, *Medicago minima* y *Vicia sativa*.

Se han elaborado perfiles ecológicos respecto a las 11 clases de suelo de la provincia para cada género y especie con frecuencia superior al 10 por 100. La frecuencia para cada clase de suelo se ha expresado como porcentaje de presencias en relación al número total de muestras en la clase de suelo considerada para evitar la influencia de la intensidad de muestreo en cada clase de suelo. El estudio de los perfiles permite conocer los géneros con preferencia por los suelos calizos (*Genista*, *Ononis*, *Coronilla*, *Hippocrepis*) y los que tienen más afinidad para los suelos no calizos (*Lathyrus*, *Trifolium*, *Anthyllis*, *Ornithopus*). Entre los primeros cabe situar también *Medicago*, pues sólo la especie más común, *M. sativa*, es indiferente a la clase de suelo, siendo las demás especies claramente calcófilas.

El estudio de los perfiles de las especies de un mismo género muestra que en el caso de *Trifolium* pueden formarse grupos de especies de perfil muy similar. Así, *T. pratense* y *T. repens* posiblemente deben su semejanza de perfil al hecho de ser

muy exigentes en humedad edáfica, siendo éste probablemente el factor que condiciona su presencia o ausencia. *T. dubium* y *T. micranthum* no sólo tienen perfiles similares, sino que ocupan la misma área de distribución. En otro grupo pueden incluirse *T. arvense*, *T. gemellum*, *T. striatum*, y, con ciertas reservas, *T. angustifolium* y *T. glomeratum*. El área de distribución de estas especies es muy similar, ocupando las zonas de suelos no calizos. Es notable la presencia de algunas de estas especies en enclaves no calizos de menos de 20 Kms<sup>2</sup> en medio de una zona caliza de unos 5.000 Kms<sup>2</sup>. Salvo *T. scabrum* y en menor grado *T. campestre*, que resisten los suelos calizos, las demás especies del género muestran cierta similitud de comportamiento frente a la clase de suelo. Finalmente, en el género *Vicia*, tienen las especies *V. luíca* ssp. *luíca* y *V. peregrina*, perfiles antagónicos y áreas de distribución separadas, solapándose sólo en una estrecha zona. En el género *Astragalus*, *A. stelia* presenta un perfil comprendido en el de *A. hamosus* y lo mismo ocurre con su área de distribución.

*Instituto de Edafología y Biología Vegetal.  
Sección de Ecofisiología.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) BORJA, J. (1962). Las «mielgas» y «carretones» españoles. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid.
- (2) CORDIER, B. (1965). Sur l'analyse factorielle des correspondences. Tesis doctoral. Rennes (Francia).
- (3) COSTE, H. (1937). Flore descriptive et illustrée de la France. A. Blanchard. Paris.
- (4) DUVIGNEAUD, P. (1946). La variabilité des associations végétales. Bull. Soc. Bot. Belgique, 78, 107-134.
- (5) ELLENBERG, H. (1954). Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. I. Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Ulmer, Stuttgart.
- (6) GOUNOD, M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris.
- (7) GRIME, J. P. y LLOYD, P. S. (1973). An Ecological Atlas of Grassland Plants. E. Arnold Publ., Londres.
- (8) GUERRA, A. et al. (1970). Mapa de suelos de la provincia de Guadalajara. Inst. Nac. Edafología y Agrobiología J. M. Albareda, C. S. I. C., Madrid.
- (9) GUINEA, E. (1953). Estudio botánico de las vezas y arvejas españolas. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid.
- (10) IONESCO, T. (1956). Considérations sur la méthode floristico-écologique appliquée à l'étude des milieux dans les Doukkala. Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc, 36, 1-12.
- (11) KUCHLER, A. W. (1967). Vegetation Mapping. The Ronald Press Co., Nueva York.
- (12) LONG, G. (1974). Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. I. Principes généraux et méthodes. Masson, Paris.
- (13) MARTÍN, A., MOREY, M. y OLIVER, S. (1971). Especies espontáneas anuales del género *Trifolium* en la zona Centro de España. Pastos, 1 (2), 177-186.
- (14) MAYOR, M. (1965). La flora y vegetación de las sierras de Pela, Ayllón y Somosierra. Tesis doctoral. Madrid.
- (15) NEGRE, R. (1956). Sur la notion de caractéristique et d'ensemble écologique en phytosociologie. Naturalia Monspelienis. Série Bot., 8, 157-166.
- (16) RON, M. E. (1971). Vegetación y flora de La Alcarria. Tesis doctoral. Madrid.

- (17) SEAL, H. (1964). Multivariate statistical analysis for biologists. Methuen, Londres.
- (18) TUTIN, T. G. et al. (1968). Flora Europaea. Vol. II. Cambridge Univ. Press., Cambridge.
- (19) VICOSO, C. (1953). Genisteas españolas. I. Genista y Genistella. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- (20) VICOSO, C. (1953). Tréboles españoles. Revisión del género *Trifolium*. Inst. Botánico A. Cavanilles. C. S. I. C., Madrid.
- (21) WHITTAKER, R. H. (1954). Plant populations and basis of plant indication. *Angew. Pflanzensoz. (Wien) Festschr. für E. Aichinger*, 1, 183-206.

Recibido para publicación 24-III-75

# VARIACIONES DEL CONTENIDO DE NITROGENO EN UNA PLANTACION DE *LOLIUM PERENNE* (\*)

por

ESTHER SIMON MARTINEZ (\*\*)

## SUMMARY

### CHRONOLOGICAL VARIATIONS OF NITROGEN IN *LOLIUM PERENNE*

The chronological variations of nitrogen total content in *Lolium perenne* were studied for a year. A negative correlation between the percentage of nitrogen and plant productivity (fresh and dry weight) was found. The mathematical approach of the time series shows a complex cyclic model.

## INTRODUCCIÓN

Desde 1962 la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, en relación con la Colaboración Internacional sobre Ritmos de período largo en el crecimiento de las plantas (Director Internacional Dr. G. Rappe, Vasmölosa (Suecia)), viene estudiando las variaciones de tipo periódico que muestra el crecimiento de diversas especies pratenses cultivadas en sus propias instalaciones experimentales.

Caballero (1968, 1969) encuentra en estas variaciones de crecimiento una cierta oscilación periódica, de tipo sinusoidal, que relaciona con períodos lunares (29 y 65 días) y otros mayores de (35-37 días), aparte de las variaciones estacionales que presentan un perfil cronológico de tipo bimodal, semejante al hallado por Rappe (1964, 1965, 1966) también en especies pratenses.

Dentro de esta línea de investigación se ha estudiado la relación que ciertas sustancias correlacionadas con el crecimiento vegetativo pudieran tener con estas oscilaciones; así, Rigau (1971) encuentra estas

---

(\*) Trabajo beneficiado por una beca de formación de personal investigador.

(\*\*) Departamento de Fisiología Vegetal, Facultad de Biológicas, Universidad de Barcelona.

mismas fluctuaciones de treinta y cinco días en la cantidad de clorofila y carotinoides contenidos en la planta.

En el presente trabajo, se estudian las variaciones que presenta a lo largo del año el contenido de nitrógeno total en la planta, así como la relación existente entre estas variaciones y las del crecimiento de la planta.

El nivel de absorción de nitrógeno por la planta viene íntimamente relacionado con el estado de crecimiento y desarrollo de la misma y con el suministro de nitrógeno asimilable existente en un momento dado. En este sentido se puede considerar el nivel de nitrógeno extraído por la planta como un índice del nitrógeno asimilable disponible (Scarsbrook, 1963).

Numerosos autores han investigado la capacidad de absorción de nitrógeno en gramíneas pratenses, así como el rendimiento de la cosecha en función de distintos niveles o formas de suministro de abono nitrogenado, y en diferentes condiciones ambientales de temperatura, luminosidad, humedad, etc.

De un modo general, se deduce de este tipo de trabajos que el porcentaje de nitrógeno total en la planta se incrementa al aumentar las dosis de nitrógeno aplicado, con ligeras modificaciones dependientes de las condiciones ambientales; así, Nowakoski (1965) encuentra en *Lolium multiflorum* S-22, en condiciones de invernadero, valores próximos al 6 por 100 de nitrógeno total con aplicaciones del orden de 500 ppm de nitrógeno, mientras que alcanza el 4 por 100 con abonados de 100 ppm y tan sólo se rebasa ligeramente el 3 por 100 de nitrógeno total al mantenerse la planta sin suministro adicional de este elemento.

Asimismo, en pratenses de crecimiento ininterrumpido, existe una marcada relación entre el estado de desarrollo y el nitrógeno total extraído por la planta, siendo este último mayor en el estado vegetativo de la misma y disminuyendo con su madurez (Whitehead, 1970).

Son numerosos los trabajos sobre las condiciones ambientales que tienden a modificar estas normas más o menos generales de absorción de nitrógeno por las plantas pratenses, efectuados, de ordinario, a base de ensayos de corto período en condiciones controladas que tienden a delimitar los efectos de los distintos factores capaces de modificar dicha absorción; no obstante, faltan las series cronológicas largas que nos informen sobre el comportamiento de la planta sometida a siegas sucesivas, de ahí que haya parecido interesante abordar este tipo de estudios, especialmente para poder establecer la relación con las variaciones de productividad de la planta, en condiciones climáticas, de tipo mediterráneo.

Así pues se consideró oportuno estudiar durante, por lo menos, todo un período vegetativo, las relaciones existentes entre el crecimiento de la plantación y el contenido en nitrógeno total en la planta, encon-

trándose que ambas variables guardan entre sí una estrecha correlación y que en el análisis secuencial de ambas se revelan la existencia de oscilaciones de tipo rítmico.

La existencia en la misma plantación de *Lolium perenne* de una instalación lisimétrica que permite la recogida y análisis de las aguas de percolación, ha permitido confrontar las variaciones del nitrógeno total y crecimiento de la planta con las fluctuaciones del nitrógeno mineral en las aguas de percolación.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

La plantación de *Lolium perenne* ubicada en los Campos Experimentales de la Facultad de Ciencias, Universidad de Barcelona, ocupa un cuadrado latino de 9 × 9 parcelas, con unas dimensiones de 2 × 1 metros cada parcela. Tres veces por semana se procede a la siega de 9 parcelas, de tal forma que una misma parcela sea segada cada veintidós días. El suelo sobre el que se halla la plantación corresponde a un suelo antiguo tipo aridisol desarrollado sobre el cuaternario del llano de Barcelona y muy modificado por las condiciones de cultivo, cuyas características se reflejan en el cuadro 1.

Las parcelas experimentales se sometieron a un abonado constante durante el período de estudio de la absorción de nitrógeno, con aplicaciones de 3,84 gramos de nitrógeno por metro cuadrado, en forma de nitrato amónico, efectuadas dos días después de la siega de las parcelas. Este abonado representa una adición de nitrógeno de 670 Kg/Ha/año.

El estudio del contenido de nitrógeno de la planta se inició en 1969, o sea en el tercer año de desarrollo del vegetal.

Las determinaciones de nitrógeno total se efectuaron con un analizador de nitrógeno Coleman, según el método micro-Dumas, cuyas determinaciones comportan un error metodológico máximo del 3 por 100.

La toma de muestras para análisis de nitrógeno total se efectuó semanalmente, seleccionándose dos de las nueve parcelas segadas. El alto grado de correlación obtenido para los parámetros de producción entre las dos parcelas seleccionadas para análisis de nitrógeno total y el conjunto de las nueve parcelas segadas en la misma fecha, así como la escasa dispersión obtenida en el análisis de nitrógeno total justifican esta simplificación.

Para control de la productividad se determinaba el peso seco, peso fresco y porcentaje de peso seco respecto peso fresco en cada una de las siegas. La instalación lisimétrica ubicada en la misma plantación, así como el tratamiento analítico aplicado a las aguas de percolación, ya se ha desrito anteriormente (Simón, 1970, 1973).

CUADRO 1

Datos físicos y químicos del suelo en el que se ubicó la plantación

	Profundidad 0,40 cm	Profundidad 20--60 cm
agua (1:2).....	7,8	8,0
pH $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sat. ....	7,6	7,85
CaCO <sub>3</sub> , equiv. % .....	8,4	7,6
Arcilla % (Robinson).....	21,2	21,0
Limo % (Robinson) .....	10,2	17,4
Arena fina % (Robinson).....	42,1	38,6
Arena gruesa % (Robinson) .....	26,5	23
Gravilla %.....	19,7	12,8
Materia orgánica %.....	5,0	2,1
C. I. C. (AcNH <sub>4</sub> , pH 7) m. e. % .....	15 5	14,1
K AcNH <sub>4</sub> , pH 7) ppm.....	485	315
Na (AcNH <sub>4</sub> , pH 7) ppm.....	440	210
Mg (AcNH <sub>4</sub> , pH 7) ppm .....	400	690
P asimilable (Olsen) ppm .....	110	82
N (Kjeldahl) mgr/100 gr .....	177	133
C/N.....	14	7,8
Extracto 1:5 mmhos .....	0,588	0,443

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas I y II presentan los datos semanales de la producción y contenido de nitrógeno total en la plantación de *Lolium perenne*, y en la fig. 1 se muestran las variaciones que presenta a lo largo del año el porcentaje de nitrógeno en la cosecha y la producción expresada en peso seco.

El valor medio de la concentración de nitrógeno total respecto peso seco es del orden del 4 por 100, aunque presenta acusadas fluctuaciones, incrementándose de un modo general, en invierno (máximos próximos al 6 por 100), época de escaso o nulo crecimiento vegetativo, y disminuyendo en primavera y otoño (mínimos próximos al 2 por 100) en períodos de máximo crecimiento vegetativo.

Asimismo puede observarse, como estas grandes variaciones estacionales no son las únicas que se presentan, ya que se encuentran

TABLA I

*Contenido de nitrógeno en la plantación de Lolium perenne (1969)*

F e c h a	% Nitrógeno media 2 parcelas	Nitrógeno media 2 parcelas (gr.)	Nitrógeno media 9 parcelas (gr.)
2- 1-69	4,540	0,749	0,812
9- 1-69	4,835	1,659	1,751
16- 1-69	4,760	0,599	0,606
23- 1-69	5,570	2,063	2,116
6- 2-69	5,177	1,542	1,413
13- 2-69	5,547	2,468	2,584
20- 2-69	5,505	2,080	2,543
27- 2-69	5,120	2,951	3,440
6- 3-69	5,610	9,365	9,099
13- 3-69	5,135	14,390	15,487
20- 3-69	4,865	15,847	18,243
10- 4-69	4,920	15,362	16,388
17- 4-69	4,452	11,877	11,023
24- 4-69	3,905	13,482	12,210
1- 5-69	3,500	10,500	10,132
7- 5-69	2,790	10,017	8,370
15- 5-69	3,637	10,199	9,656
22- 5-69	4,090	6,912	7,116
29- 5-69	3,172	6,074	5,573
12- 6-69	3,472	11,676	13,405
19- 6-69	2,765	8,600	8,679
26- 6-69	3,667	15,263	14,822
10- 7-69	4,340	14,567	14,061
17- 7-69	3,660	10,861	10,423
24- 7-69	4,095	15,352	11,466
31- 7-69	3,837	9,297	9,216
7- 8-69	4,022	9,869	9,825
14- 8-69	3,910	4,998	6,588
11- 9-69	4,150	9,565	7,760
18- 9-69	4,217	7,818	7,421
25- 9-69	3,472	4,829	5,766
2-10-69	4,610	7,680	7,546
9-10-69	4,260	8,877	8,439
16-10-69	4,490	6,815	7,996
30-10-69	3,632	5,422	5,440
6-11-69	4,772	5,864	6,217
27-11-69	5,207	3,145	2,884
4-12-69	4,677	1,164	1,244

TABLA II

*Producción de Lolium perenne (1969)*

Fecha	P. seco media 2 parcelas gr	P. seco media 9 parcelas gr	P. fresco media 2 parcelas gr	P. fresco media 9 parcelas gr	% P. seco/ P. fresco media 2 parcelas	% P. seco/ P. fresco media 9 parcelas
2- 1-69	16,50	17,80	78,50	84,44	21,10	21,00
9- 1-69	34,20	36,10	193,50	205,55	17,50	17,70
16- 1-69	12,60	12,74	70,00	66,83	18,05	19,24
23- 1-69	37,05	38,00	257,50	267,22	14,50	14,28
30- 1-69	53,40	43,40	402,00	323,00	13,20	13,40
6- 2-69	29,80	27,30	142,50	131,11	20,95	20,96
13- 2-69	44,50	46,60	287,50	297,22	15,55	15,73
20- 2-69	37,80	46,20	192,50	237,22	19,65	19,52
27- 2-69	57,65	67,20	375,00	433,30	15,50	15,54
6- 3-69	166,95	162,20	1.362,50	1.313,98	12,25	12,36
13- 3-69	280,25	301,60	2.225,00	2.386,11	12,50	12,65
20- 3-69	325,75	375,00	2.112,50	2.450,00	15,40	15,28
27- 3-69	404,30	401,70	3.825,00	3.312,00	10,50	12,10
3- 4-69	361,75	356,10	3.075,00	3.063,00	11,70	11,60
10- 4-69	312,25	333,10	2.962,50	3.080,55	10,55	10,80
17- 4-69	266,80	247,60	2.150,00	1.963,44	12,40	12,43
24- 4-69	345,25	312,70	2.850,00	2.541,67	12,25	12,30
1- 5-69	300,00	289,50	2.500,00	2.427,70	12,00	11,96
7- 5-69	359,05	300,00	2.125,00	1.852,77	16,90	16,20
15- 5-69	280,45	265,50	1.775,00	1.602,77	15,80	16,58
22- 5-69	169,00	174,00	1.000,00	1.025,00	16,90	16,97
29- 5-69	191,50	175,70	1.100,00	1.022,22	17,50	17,25
5- 6-69	302,65	320,60	2.275,00	2.361,00	13,30	13,50
12- 6-69	336,30	386,10	2.725,00	3.116,66	12,30	12,38
19- 6-69	311,05	313,90	1.637,50	1.669,44	19,00	18,78
26- 6-69	416,25	404,20	2.750,00	2.736,11	15,05	14,76
3- 7-69	347,85	382,60	2.337,00	2.541,00	14,80	15,00
10- 7-69	335,65	324,00	2.162,50	2.108,33	15,45	15,35
17- 7-69	296,75	284,80	1.800,00	1.675,00	16,50	16,97
24- 7-69	374,90	280,00	2.300,00	1.875,00	16,30	14,98
31- 7-69	242,30	240,00	1.350,00	1.288,88	17,95	18,88
7- 8-69	245,40	244,30	1.425,00	1.491,66	17,20	16,37
14- 8-69	127,85	168,50	775,00	972,20	16,50	17,30
21- 8-69	204,60	153,70	1.262,00	936,00	16,20	16,40
28- 8-69	80,10	77,90	437,00	422,00	18,30	18,50
4- 9-69	70,00	89,00	463,00	618,00	15,10	14,40
11- 9-69	230,50	187,70	1.650,00	1.366,60	14,00	13,70
18- 9-69	185,40	176,00	1.212,50	1.158,30	15,30	15,20
25- 9-69	139,10	166,10	787,50	1.016,60	17,70	16,50
2-10-69	166,60	163,70	1.400,00	1.330,50	11,90	12,30

T A B L A I I (continuación)

Fecha	P. seco media 2 parcelas gr	P. seco media 9 parcelas gr	P. fresco media 2 parcelas gr	P. fresco media 9 parcelas gr	% P. seco/ P. fresco media 2 parcelas	% P. seco/ P. fresco media 9 parcelas
9-10-69	208,40	198,10	1.525,00	1.508,30	13,60	13,10
16-10-69	151,89	178,10	1.450,00	1.588,80	10,50	11,20
23-10-69	142,80	1.363,00	1.275,00	1.191,00	11,20	11,40
30-10-69	149,30	149,80	975,00	988,80	15,30	15,10
6-11-69	122,90	130,30	925,00	938,80	13,30	13,80
13-11-69	96,90	93,50	700,00	661,00	13,80	14,10
20-11-69	67,20	59,80	450,00	422,00	14,80	14,10
27-11-69	60,40	55,40	337,50	311,10	17,90	17,80
4-12-69	24,90	26,60	147,50	157,70	16,90	16,90

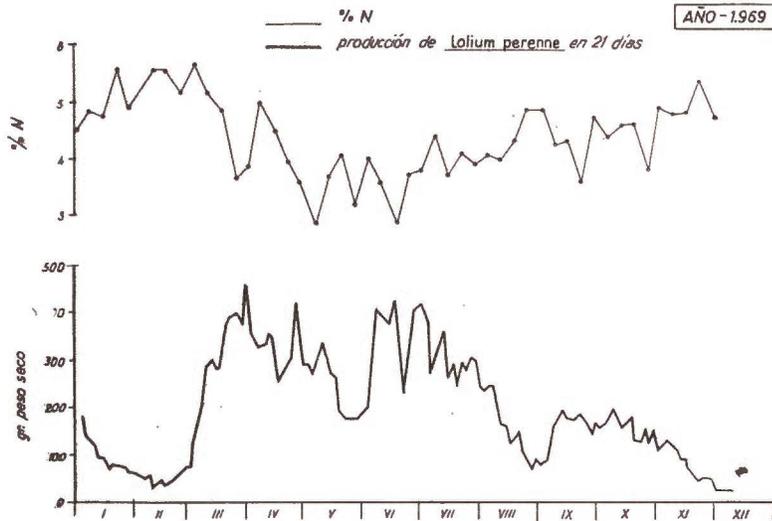


Fig. 1.—Variaciones del porcentaje de nitrógeno total y de la producción de *Lolium perenne*.

accidentadas por variaciones bruscas bastante importantes, del mismo tipo que las halladas al analizar las series cronológicas de crecimiento vegetativo.

#### RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE «LOLIUM PERENNE»

Con series de 49 datos, se ha procedido al estudio de las correlaciones existentes entre el porcentaje de nitrógeno respecto al peso seco y la producción expresada en peso seco, peso fresco o porcentaje de peso seco respecto peso fresco.

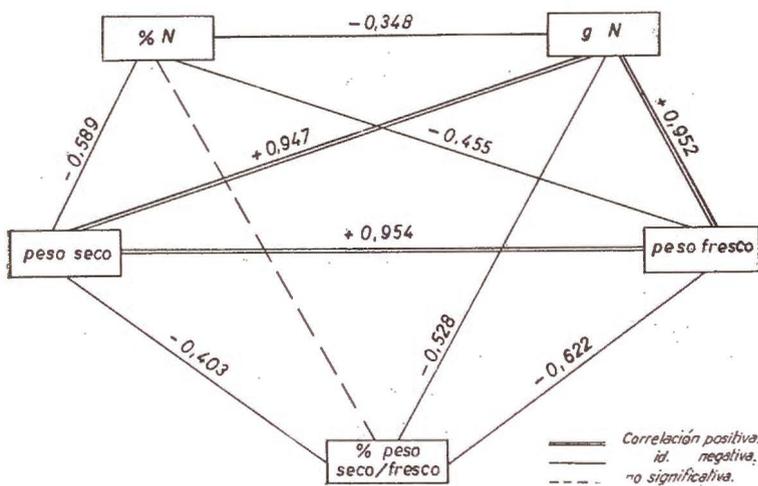


Fig. 2. Correlaciones entre la producción y el nitrógeno total en *Lolium perenne*.

En el cuadro 2 y en la figura 2 pueden verse esquematizados los resultados de estas correlaciones, teniéndose presente que para 47 grados de libertad el coeficiente de correlación es significativo, con un umbral de probabilidad de 0,99, a partir de 0,37 y con una probabilidad de 0,95 a partir de 0,29.

En estos cuadros resalta en primer lugar la fuerte correlación existente entre los valores de producción tomados de la media de dos parcelas o de la media de nueve parcelas, lo que metodológicamente permite referir de un modo indistinto los demás resultados tanto a valores medios de dos parcelas como de nueve parcelas. Esta elevada correlación justifica que en el análisis del contenido de nitrógeno en la planta sólo se haya analizado la cosecha procedente de dos parcelas, pero que los resultados se extrapolen a toda la plantación.

CUADRO 2

Correlaciones entre el contenido de nitrógeno y la producción *Lolium perenne* (1969)

% N	Gramos N media 2 parcelas	Gramos N media 9 parcelas	P. seco media 2 parcelas	P. seco media 9 parcelas	P. fresco media 2 parcelas	P. fresco media 9 parcelas	% P. seco media 2 parcelas	% P. seco media 9 parcelas
% N.....	- 0,348 - 0,485	- 0,294 - 0,406	- 0,589 - 0,721	- 0,560 - 0,682	- 0,455 - 0,601	- 0,428 - 0,561	- 0,081 - 0,021	- 0,037 v. reales - 0,026 v. suavizados
Gramos N media 2 parcelas.....		0,974 0,987	0,947 0,945	0,941 0,958	0,952 0,962	0,936 0,961	- 0,528 - 0,465	- 0,577 v. reales - 0,507 v. suavizados
Gramos N media 9 parcelas.....			0,902 0,903	0,945 0,935	0,927 0,944	0,950 0,961	- 0,555 - 0,532	- 0,587 v. reales - 0,569 v. suavizados
Peso seco media 2 parcelas.....				0,975 0,991	0,954 0,962	0,925 0,944	- 0,403 - 0,299	- 0,462 v. reales - 0,348 v. suavizados
Peso seco media 9 parcelas.....					0,950 0,970	0,959 0,967	- 0,439 - 0,357	- 0,483 v. reales - 0,403 v. suavizados
Peso fresco media 2 parcelas.....						0,983 0,992	- 0,610 - 0,525	- 0,651 v. reales - 0,565 v. suavizados
Peso fresco media 9 parcelas.....							- 0,622 - 0,561	- 0,657 v. reales - 0,599 v. suavizados
% Peso seco media 2 parcelas.....								- 0,981 v. reales - 0,996 v. suavizados

El porcentaje de nitrógeno en la planta presenta una fuerte correlación negativa y significativa respecto a la producción tanto expresada en peso seco como en peso fresco como ya se deducía de la observación de la gráfica de variaciones cronológicas (fig. 1). Sin embargo, es relativamente baja la correlación existente entre la concentración de nitrógeno en la planta y la cantidad total de nitrógeno asimilada por la cosecha.

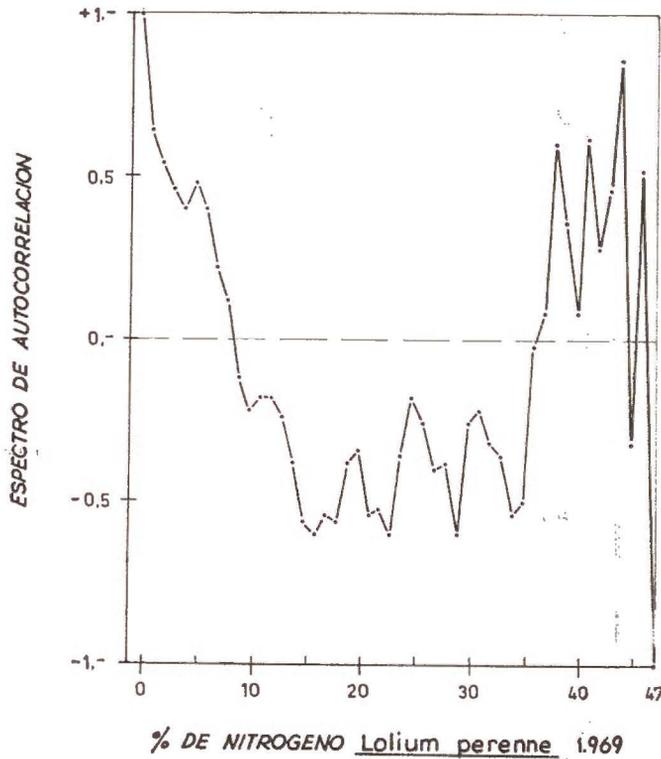


Fig. 3.—Espectro de autocorrelación del porcentaje de nitrógeno en *Lolium perenne*. Valores reales.

Las correlaciones menos significativas son las correspondientes a la relación entre la concentración de nitrógeno en la planta y el porcentaje de peso seco respecto a peso fresco, lo cual parece indicar que no existe relación entre la concentración de nitrógeno y el contenido hídrico de la planta, siendo este un valor accidental independiente del crecimiento vegetativo.

## ESTUDIO DE LOS COMPONENTES CÍCLICOS

Para el estudio de las variaciones cronológicas se ha procedido a la realización de las funciones de autocorrelación (correlogramas) que permiten poner de manifiesto la presencia de oscilaciones cíclicas. No obstante, dado que la distorsión que producen los desplazamientos fijos de una función sobre la otra, así como la complejidad derivada de la superposición de funciones regresivas (Brown, 1963, Sollberger, 1965) dificulta medir directamente la frecuencia de una función sinusoidal sobre el correlograma, ha sido necesario medir estadísticamente el valor acumulado en toda la función de las diversas frecuencias. Para ello se han efectuado los espectros potenciales de frecuencias (periodogramas) sobre los valores del correlograma.

Las figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8 muestran algunos de los correlogramas y periodogramas obtenidos.

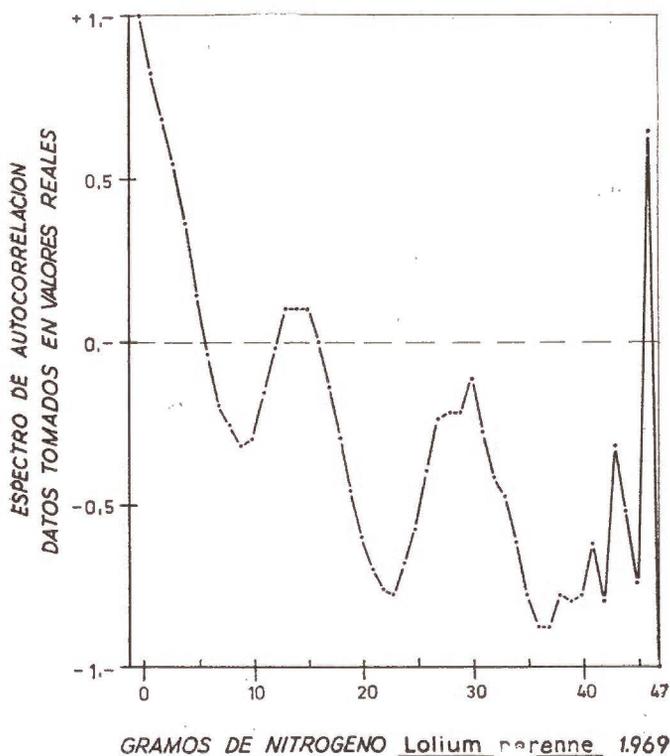


Fig. 4.—Espectro de autocorrelación del contenido total de nitrógeno en *Lolium perenne*. Valores reales.

De este análisis estadístico se infiere que el modelo matemático que rige las variaciones cronológicas de la concentración de nitrógeno en la planta, así como el del crecimiento vegetativo, corresponde a una función sinusoidal compleja en la que destacan diversos armónicos de muy variada importancia.

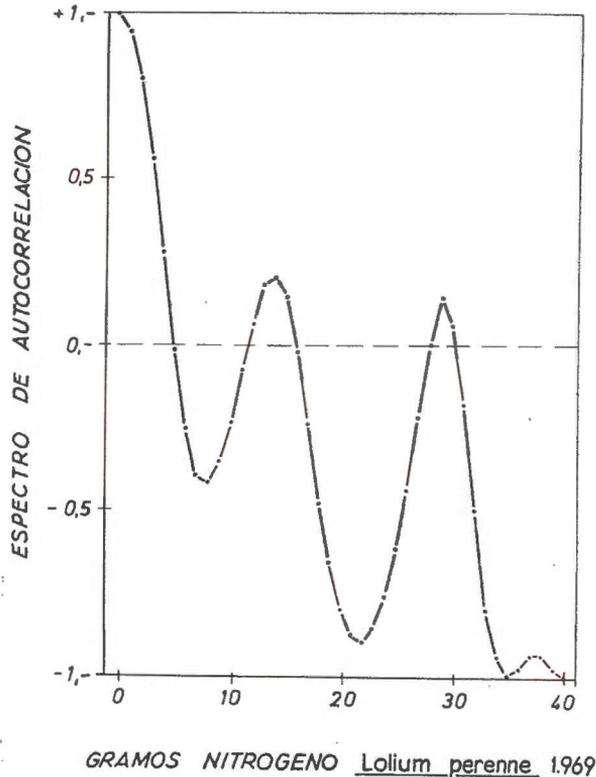


Fig. 5.—Espectro de autocorrelación del contenido total de nitrógeno en *Lolium perenne*. Valores suavizados.

Es sorprendente comprobar que los correlogramas de los valores suavizados corresponden prácticamente a una sinusoide perfecta de frecuencia estacional inserta dentro de otra de período semianual.

Los periodogramas correspondientes a la cantidad total de nitrógeno contenido en la cosecha y al peso seco y peso fresco de la cosecha, muestran la siguiente composición armónica:

Un primer armónico principal entre veintiuna y treinta y dos semanas, que representa del orden del 40 al 50 por 100 de las frecuencias

analizadas. El período medio de este armónico puede aceptarse como semianual, corresponde a la distribución bimodal del crecimiento vegetativo y coincide con la idéntica distribución de las precipitaciones, presentando los máximos en primavera y otoño.

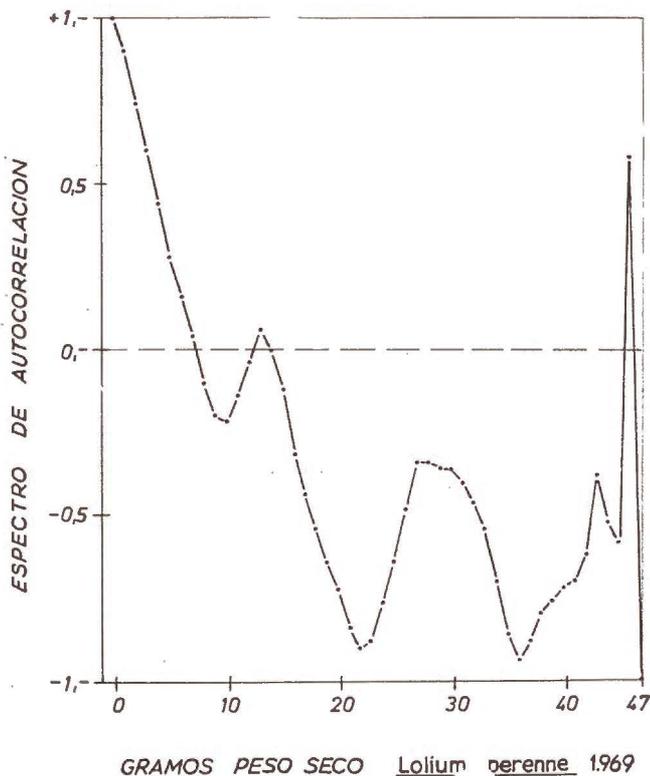
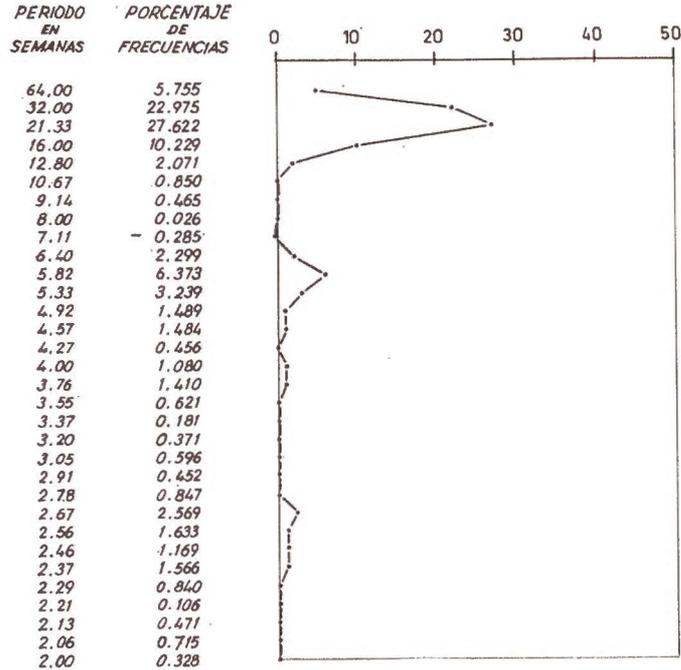


Fig. 6.—Espectro de autocorrelación de la producción expresada en peso seco, de *Lolium perenne*. Valores reales.

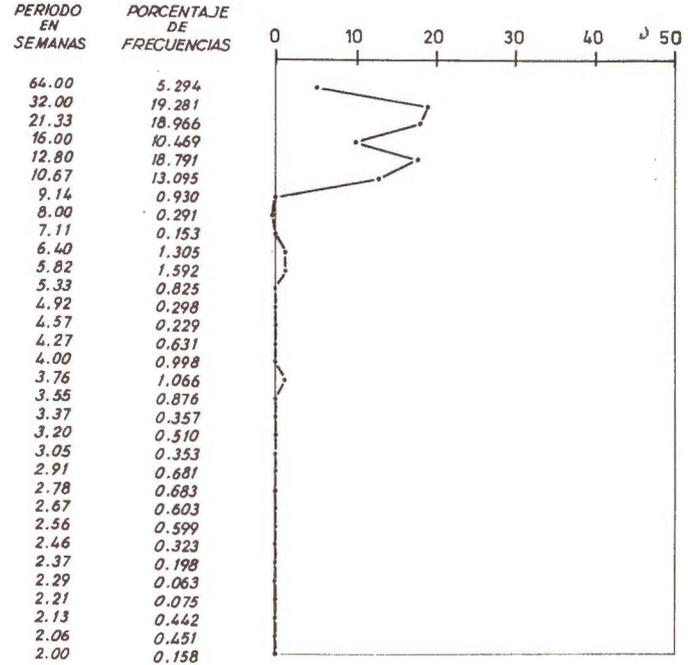
Un segundo armónico centrado en 12,8 semanas, que abarca del 25 al 30 por 100 de las frecuencias y al que puede atribuirse una frecuencia media estacional de período de trece semanas. Este ciclo es del mismo orden del hallado tanto en las precipitaciones como en la concentración del nitrógeno mineral en el suelo (Simón, 1972, 1973) y se corresponde con el que Rappe (1953) describe para las variaciones de este elemento en suelos del Sur de Suecia, con máximos que coinciden con los equinoccios y solsticios.

Un tercer armónico de período comprendido entre 5,82 y 6,40 semanas, que tan sólo corresponde al 5 por 100 de las frecuencias estudiadas,

REPRESENTACION GRAFICA PORCENTAJES PERIODOGRAMA



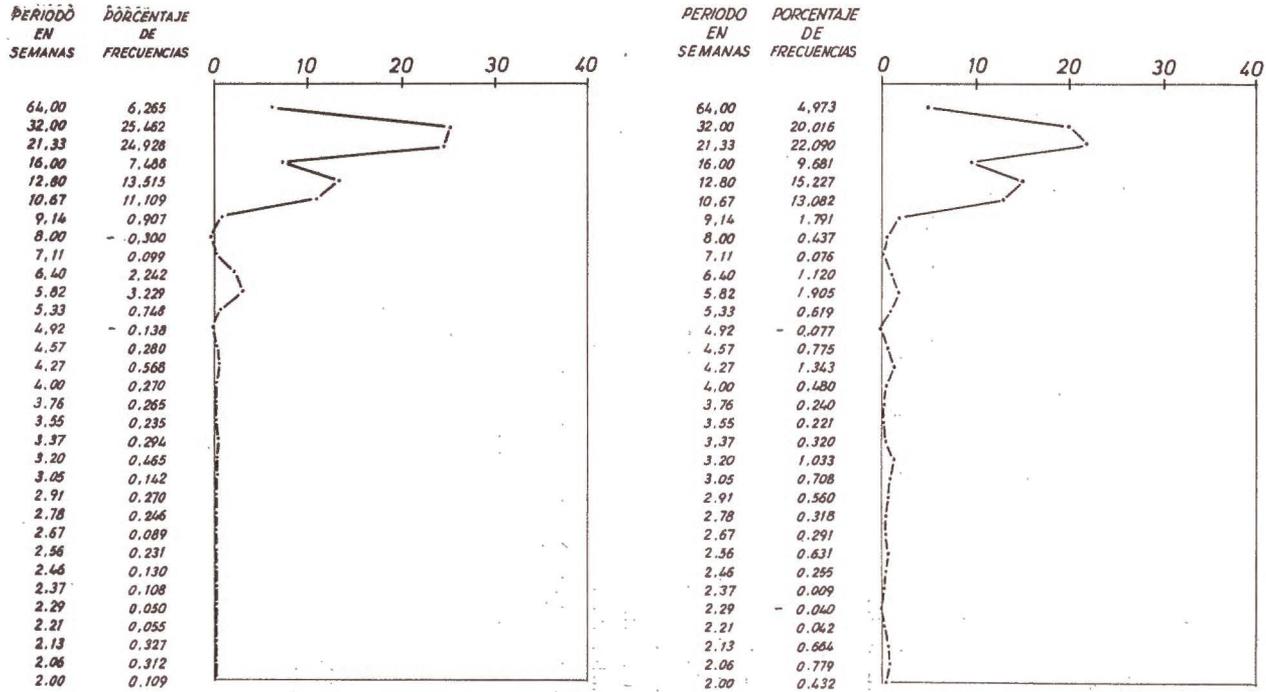
PORCENTAJE DE NITROGENO EN PESO SECO DE COSECHA



GRAMOS DE NITROGENO EN PESO SECO DE COSECHA

Fig. 7.—Representación gráfica de los porcentajes de los periodogramas de nitrógeno total en *Lolium perenne*.

### REPRESENTACION GRAFICA PORCENTAJE PERIODOGRAMA



PESO FRESCO Lolium perenne 1969.

PESO SECO Lolium perenne 1969

Fig. 8.—Representación gráfica de los porcentajes de los periodogramas de la producción de *Lolium perenne*.

muy visible en la producción vegetal expresada en peso seco y que sólo se insinúa en la producción expresada en peso fresco y en el contenido total de nitrógeno en la cosecha y que correspondería al período de treinta y cinco-treinta y siete días descrito por Caballero (1969). Este armónico no es visible en los periodogramas obtenidos a partir de los datos suavizados, ya que al ser semanal el muestreo, queda dentro del marco de las frecuencias filtradas por el suavizado.

En la producción vegetal expresada en peso fresco se insinúa un cuarto armónico, cuyo peso es tan sólo del 1,34 por 100, de período 29,8 días, el cual podría corresponder a los ciclos de base lunar descritos por Caballero (1969) para el crecimiento de plantas pratenses en clima mediterráneo.

La concentración de nitrógeno total en la planta respecto al peso seco de ésta presenta algunas pequeñas diferencias en cuanto a la composición armónica:

Es muy visible el armónico de período comprendido entre veintiuna y treinta y dos semanas (período medio de veintiséis semanas), que incluye el 49 por 100 de la frecuencia.

No existe el armónico de frecuencia estacional.

Se destaca un armónico a 5,82 semanas (6 por 100 respecto al total de las frecuencias).

Se insinúa también el armónico correspondiente al período de 29,8 días y se halla bastante marcado un armónico de período de 18,7 días que corresponde aproximadamente a un ciclo de doble frecuencia que la del armónico de 5,82 semanas, permitiendo probablemente atribuir con mayor precisión un período de treinta y siete días para este armónico.

## CONCLUSIONES

Del estudio del contenido en nitrógeno total en una plantación de *Lolium perenne* segada cada veintiún días, y de su relación con el crecimiento simultáneo de la misma, expresado en peso seco y peso fresco, ha sido posible llegar a las siguientes conclusiones:

En un régimen de abundante abonado nitrogenado (670 Kg/Ha/año) la concentración de nitrógeno en la planta oscila entre el 3 y 6 por 100 de su peso seco, presentando éste una producción media de 200 gr. cada veintiún días por parcela de 2 m<sup>2</sup>.

Existe una fuerte correlación de tipo inverso entre el porcentaje de nitrógeno total en la planta respecto al peso seco de la misma y la producción expresada en peso seco o peso fresco.

Por el contrario, no se ha hallado una correlación significativa entre el porcentaje de nitrógeno en la planta y el tanto por ciento de peso seco respecto peso fresco.

Las variaciones cronológicas de la cantidad total de nitrógeno asimilado por la cosecha corresponde a un modelo cíclico complejo del mismo tipo que el descrito por Caballero (1969) en el crecimiento de gramíneas pratenses.

Los principales componentes cíclicos de este modelo son los siguientes:

Un armónico de período semianual, que en el porcentaje de nitrógeno en la planta presenta los máximos en verano e invierno, y en el crecimiento vegetativo en primavera y otoño, al igual que la distribución de las precipitaciones en las regiones de clima mediterráneo. La cantidad total de nitrógeno asimilado por la cosecha sigue una evolución paralela a la producción.

Un segundo armónico de período estacional (unas trece semanas), muy marcado en la cantidad total de nitrógeno recuperado por la cosecha y en la producción vegetal, pero poco visible en la concentración de nitrógeno respecto al peso seco de la planta.

Este mismo armónico se ha hallado en las precipitaciones y en las variaciones del nitrógeno en la capa superficial del suelo (Simón, 1972) y debe coincidir con el descrito por Rappe (1953), con máximos en los solsticios y los equinoccios.

La concentración de nitrógeno en la planta presenta asimismo muy marcado un armónico de período oscilante alrededor de 5,8 semanas, y que posiblemente debe corresponder al período de treinta y cinco-treinta y siete días descrito por Caballero (1969) para el crecimiento de plantas pratenses.

#### RESUMEN

Se han estudiado las variaciones cronológicas del contenido de nitrógeno total en una plantación de *Lolium perenne*. Se ha hallado una correlación inversa entre porcentaje de nitrógeno y producción expresada en peso seco y peso fresco. El análisis matemático de las series en el tiempo pone de manifiesto un modelo, cíclico complejo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, R. G. (1963). Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series. Prentice Hall, Londres, 468.
- CABALLERO, A. (1969). Ritmos de período largo en el crecimiento de las plantas. Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, XXXIX (6), 169-214.
- CABALLERO, A., UBACH, M., BERBEL, M. y MORALES, A. (1968). Ritmos en el crecimiento y en la producción de gramíneas pratenses. Collectanea. Bot., VII, 117-149.
- NOWAKOWSKI, T. Z., CUNNINGHAM, R. K. y NIELSEN, K. F. (1965). Nitrogen fractions and soluble carbohydrates in Italian Ryegrass. I. Effects of soil temperature, form and level of nitrogen. J. Sci. Food. Agric., 16, 124-134.

- RAPPE, G. (1953). Nitrification in eight farms soils. *Oikos*, 1, 1952-53.
- RAPPE, G. (1964). A yearly rhythm in production capacity of gramineous plants. B. I.- Experiments in photothermostats on artificial seedbeds. *Oikos*, 15, 140-161.
- RAPPE, G. (1965). A yearly rhythm in production capacity of gramineous plants. B. II.- Experiments in photothermostats on seedbeds of arable soils. *Oikos*, 16, 177-204.
- RAPPE, G. (1966). A yearly rhythm in production capacity of gramineous plants. III. Soil cultures in photothermostats test and determinations on soils and plants harvested. *Oikos* suplement. 7, 5-60.
- RIGAU, M. C. (1971). Relaciones entre los pigmentos familiares, clo:ofila y carotenoides y la producción. (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona.
- SCARBROOK, C. E. (1965). Nitrogen availability, en *Soil Nitrogen*. Agronomy, 10., Bartholomew W. V. y Clark, F. E., 481-502.
- SIMÓN, E. (1970). Variación del nitrógeno mineral en praderas experimentales. P. *Inst. Biol. Apl.*, 49, 333-47.
- SIMÓN, E. (1972). Contribución al estudio de las variaciones cronológicas del nitrógeno mineral en suelos de cultivo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Barcelona.
- SIMÓN, E. (1973). Contribución al estudio de las variaciones cronológicas del nitrógeno mineral en suelos de cultivo. Resumen Tesis doctoral. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Barcelona.
- SOLLBERGER, A. (1965). *Biological Rhythm reserch*. Elsevier Pub. Co. Amsterdam., London, New York, 461.
- WHITEHEAD, D. C. (1970). The role of nitrogen in grassland productivity. *Comm. Agric. Bureaux. Bull.*, 48, England, 202.

Recibido para publicación: 9-I-76

# PREDICCIÓN DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DIARIAS

por

E. HERNANDEZ, J. A. HERNANDEZ, J. F. SANCHEZ y J. GARMENDIA

## SUMMARY

### DAILY MAXIMUM TEMPERATURE PREDICTIONS

A theoretical study of the daily maximum temperatures is presented deducing two different formulas:

$$T_M - T = a_1 \phi + a_2$$

$$T_M - T = b_1 \phi + b_2 T + b_3$$

which are of prediction interest.

## 1. INTRODUCCIÓN

El problema de la predicción de temperaturas máximas diarias está poco estudiado desde el punto de vista físico; las escasas relaciones son deducidas a partir de consideraciones estadísticas.

El objeto del presente trabajo es deducir dos fórmulas para la predicción de temperaturas máximas.

## 2. LA OSCILACIÓN NOCTURNA DE LA TEMPERATURA SECA

La oscilación nocturna de la temperatura seca ( $\phi_1$ ) es el valor de la amplitud de la variación nocturna de la temperatura. Véase la figura 1, en la que representamos esquemáticamente la evolución nocturna de la temperatura que registra el termógrafo.

La oscilación depende del balance energético en el estrato más bajo de la atmósfera, en donde ocurren los grandes cambios diarios de temperatura, y de las propiedades más o menos de dichos estratos.

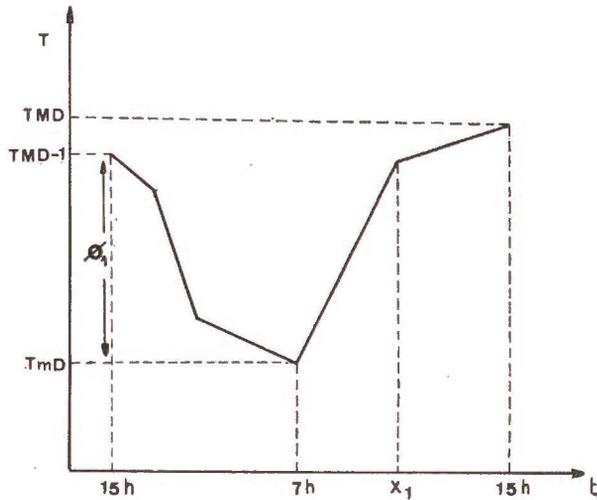


Fig. 1

### 3. AUMENTO DIURNO DE TEMPERATURA DESDE LA TEMPERATURA SECA

De acuerdo con la expresión 1 de (1) podemos escribir:

$$T_M - T = \frac{dT}{dt} t \quad (3-1)$$

en la que:

$\frac{dT}{dt}$  es la velocidad de aumento de temperatura.

$t$  es la duración desde las siete horas hasta la hora que se registra la temperatura máxima.

La hipótesis de una velocidad independiente del tiempo no es correcta, lo cual puede observarse en la curva termográfica (véase fig. 1). Esto lo soslayamos introduciendo la siguiente aproximación:

$$T_M - T = \left( \frac{dT}{dt} \right)_{x_1} x_1 + \left( \frac{dT}{dt} \right)_{t-x_1} (t-x_1). \quad (3-2)$$

Donde los subíndices denotan las velocidades que corresponden a las duraciones que ellos representan (véase fig. 1).

La velocidad del calentamiento  $\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x_1}$  es proporcional a la oscilación térmica nocturna ( $\phi_1$ ), porque, como hemos visto, aquélla está relacionada con la naturaleza de la inversión. En efecto, mientras que existe inversión hay una subida rápida de temperatura hasta que los requisitos de estabilidad no soportan los gradientes superadiabáticos alcanzados y comienza el transporte de calor hacia arriba, con el consiguiente atenuamiento en la velocidad de ascenso.

La duración  $x_1$  es inversamente proporcional a la velocidad de calentamiento y, por lo tanto, a la oscilación nocturna, pues pronto se alcanzarían los grandes gradientes de temperatura junto al suelo. Por otra parte, es directamente proporcional a la oscilación al ser más largo el período de calentamiento; o sea, días con más horas de sol, en los que como de hecho se sabe la temperatura máxima se registra más tarde.

Según esto tenemos:

$$x = \frac{K'_2 \phi_1}{K'_3 \phi_1} = K'_4$$

o sea, la duración  $x$  del ascenso rápido de temperatura es prácticamente constante, y

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x_1} = K'_1 \phi_1$$

es decir, que la velocidad de calentamiento es directamente proporcional a la oscilación térmica.

Luego al ascenso rápido está adscrita una cantidad:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x_1} x_1 = K'_4 K'_1 = K_1 \phi_1. \tag{3-3}$$

El segundo término de (3-2) representa el aumento de temperatura, cuando ya el transporte turbulento de calor es una de las causas determinantes de la temperatura del aire. Es un hecho generalmente aceptado que ya sube poco la temperatura una vez que se rompe la inversión y se recupera el gradiente de temperatura correspondiente a la adiabática seca. No obstante, sí puede haber alguna variación estacional, porque ocurre que el balance energético al más bajo estrato de la atmósfera supera en diversos grados al calor necesario para restablecer el gradiente adiabático.

En tales condiciones estamos ante dos alternativas:

a) Suponer que este término sea una cantidad constante.

Es decir:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{t-x_1} (t-x_1) = l'_1 \quad (3-4)$$

b) Asignarle una variabilidad asociada a la importancia del ascenso de temperatura bajo la presencia de la actividad convectiva.

Las restricciones al estado del tiempo apartado 1 d (1) implican que la estratificación de la masa aérea es estable, luego hemos de sustentarnos en el mencionado exceso energético de naturaleza estacional como agente causante de la convección.

Esta propiedad la representamos como función lineal de la temperatura seca a las siete horas, o sea:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{t-x_1} (t-x_1) = l_1 T + l'_2 \quad (3-5)$$

Las dos anteriores conclusiones junto con la reflejada por (2-3) la sustituiremos en la expresión general (2-2) y obtenemos dos expresiones a las que llamamos propuesta 1 y propuesta 2, respectivamente:

$$T_M - T = a_1 \phi + a_2 \quad (1)$$

$$T_M - T = b_1 \phi + b_2 T + b_3 \quad (2)$$

#### 4. APLICACIÓN

Las fórmulas anteriormente deducidas, y la propuesta por Maine (2) ( $T_M - T = K$ ), las vamos a aplicar a los datos de  $T$ , que aparecen en las hojas climatológicas de la Estación Matacán (Salamanca) para los años 1964-69, ambos inclusive, y que corresponde a días con el cielo despejado y el viento en calma. El número de observaciones recogidas fue 180.

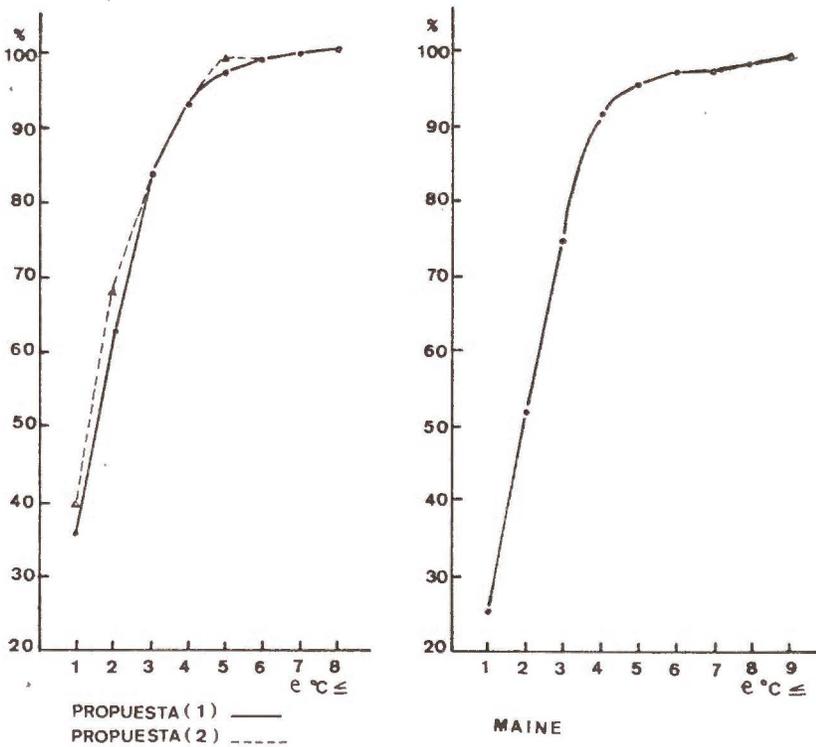
Por el método de los mínimos cuadrados hemos calculado el valor de los coeficientes y términos independientes  $a_1$  y  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_3$  y el valor de  $K$  cuyos resultados vienen en el siguiente cuadro:

Ecuación de regresión ajustada	Recta de regresión Tobs./Tcal.	r	$e \leq 1^\circ \text{C}$	$e \leq 2^\circ \text{C}$	$e > 2^\circ \text{C}$
$T_M - T = 0.46 \phi_1 + 8.98$	$T_M - T = 0.93 T_M - 1.94$	0.91	36.11	62.22	37.78
$T_M - T = 0.53 \phi_1 - 0.11 T + 8.97$	$T_M - T = 1.00 T_M - 0.06$	0.91	39.45	67.79	32.21
$T_M - T = 17.02$	$T_M - T = 1.02 T_M - 0.54$	0.88	24.30	42.10	57.50

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el siguiente gráfico (polígono de frecuencias acumulativas de error) representamos los tantos por ciento de error frente al error cometido en grados centígrados tanto para las dos fórmulas propuestas como para las de Maine.

Las fórmulas propuestas ofrecen buenos resultados, como así lo muestran los porcentajes de error obtenidos. En ambas fórmulas se cometen errores inferiores a 3° C aproximadamente en el 83,5 por 100 de los casos ensayados, para lo cual véase el gráfico 1.



OBSERVATORIO DE MATACAN - GRAFICO 1

La alternativa tomada en consideración para la deducción de la fórmula propuesta (2), está corroborada por los resultados obtenidos. En efecto (véase cuadro 1), la recta de regresión de la fórmula propuesta (1) no es la deseable; asimismo, el coeficiente de la temperatura seca a las siete horas (T) en la propuesta (2) adquiere un valor significativo

(0,11) y, aunque el coeficiente de correlación no detecta mejora, se aprecia una distribución de errores más óptima que en la propuesta (1) (véase gráfico 1).

Conclusión final: La correspondencia observada entre las hipótesis hechas en la deducción de las expresiones y su comprobación experimental, así como la mejora práctica obtenida por las nuevas fórmulas, justifican la introducción de la oscilación térmica como predictor de temperaturas extremas.

#### RESUMEN

Realizamos un estudio teórico de la predicción de temperaturas máximas diarias y como consecuencia deducimos dos fórmulas para la predicción de los mismos, que son:

$$T_M - T = a_1 \phi + a_2$$

$$T_M - T = b_1 \phi + b_2 T + b_3$$

*Laboratorio de Meteorología  
Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca*

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) HERNÁNDEZ, E. y GARMENDÍA, J. (1972). Predicción de temperaturas mínimas nocturnas en noches despejadas y en calma. Rev. de Geof., núms. 1, 2, 3 y 4.
- (2) MAINE, R. (1958). Maximum temperature prediction. Australian Met. Mag., núm. 22.
- (3) MAINE, R. (1959). A critical comments on an objective technique for maximum temperature prediction. Australian Met. Mag., núm. 25.

Recibido para publicación: 14-I-76

# EFFECTOS DEL ALMACENAJE SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y BIOLOGICAS DE MUESTRAS TAMIZADAS DE SUELOS ORGANICOS

por

F. DIAZ-FIERROS VIQUEIRA

## SUMMARY

### EFFECTS OF SAMPLE STORAGE ON THE PHYSICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANIC SOILS

The variation in the properties of organic soils stored in polythylene bottles was studied during a two-year experiment. The principal factor in the variation is the soil water depletion, which determined the variation of the other physical and biological properties. The soil hydrophobia, to which the soil water depletion is related, was measured by the contact-angle method (Letey, 1962). This property decreases exponentially with water loss, so that more than 50 % reduction is produced by 5 % water depletion. Soil with less evolved humus more intense hydrophobia develops.

A general reduction in porosity is produced with the desecation of the soil, and again the less evolved humus the more intense reduction develops.

The biological activity decreases logarithmically as a function of the soil water depletion and the substratum exhaustion, the influence of the temperature being clearly detectable.

Finally, it is deduced that organic soils with appreciable hydrophobia after a period of storage, are not suitable for determination of the soil-water relations, porosity bulk density, C/N relation, etc.

Aunque está universalmente aceptado que los análisis de muestras de suelos deben realizarse siempre sin que transcurra demasiado tiempo de su extracción del medio natural, es también práctica frecuente la creación en los centros de investigación edafológica de bancos o almacenes de muestras que son utilizadas posteriormente para diferentes tipos de análisis después de varios años de permanencia en ellos. El tiempo que puede permanecer una muestra de suelo en almacén sin que se produzca un deterioro considerable en sus propiedades fundamentales es un dato de gran importancia, por tanto, para la renovación periódica de las mismas.

Existen diversos estudios tratando diferentes aspectos de este problema, sobre todo en lo concerniente a la pérdida de actividad biológica

con el tiempo de almacenaje, que según H. Bird (2) se produce según una relación logarítmica. Por otro lado, esta misma actividad biológica mantenida durante el almacenaje (algunos índices de esta actividad, como el de la actividad ureasa, se manifiestan claramente en suelos con más de sesenta años de almacenaje, como en el caso de los de la colección Hilgrad (11)) produce cambios en el contenido de nutrientes en el suelo que aunque son muy variados en general tienden a disminuir su contenido (3). La influencia de este proceso sobre el contenido en nitratos fue especialmente estudiada, encontrándose que de forma sistemática ésta se incrementaba con el tiempo de almacén (1). Toda esta serie de fenómenos parecen siempre acentuarse en los suelos orgánicos.

Con relación a la evolución de las propiedades físicas del suelo durante el almacenaje los estudios son mucho más escasos. W. Haines en 1963 señala que el proceso de desecación que sucede de manera ininterrumpida durante el almacenaje trae como consecuencia un aumento en la superficie específica del suelo (6), incremento que posteriormente Z. Nevo (9) relacionó con el aumento en el contenido de nitratos ya señalado. S. Perigaud en 1966 hace un estudio sobre la determinación de las constantes hídricas de un suelo sometido a diferentes grados de desecación y encuentra que sobre todo en los suelos orgánicos, como consecuencia de su hidrofobia creciente, aquellas son muy inferiores a los valores que se obtenían en su condición natural, y que incluso después de prolongados períodos de rehumectación (meses, a veces) no se alcanzaban aquéllos (10).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizan dos suelos forestales: A, de tipo ammoriforme, saturado de humedad en las épocas invernales, situado en la ladera NO del monte Pedroso (Santiago), a 350 m. de altitud, desarrollado sobre un granito gneísico y bajo vegetación de gramíneas y eucaliptal; y B, rancker pardo, con humus bruto, situado en la ladera O del mismo monte, a 420 m. de altitud, sobre la misma roca bajo vegetación de brezal y musgo. De los dos se tomó sólo la capa superficial entre 0 y 10 cm.

Fueron tamizados por 2 mm. el mismo día en que fueron recogidos y su análisis dio los resultados de las tablas I y II, a continuación se guardaron en recipientes de polietileno de diez litros de capacidad (aproximadamente diez veces más que el volumen de suelo contenido en ellos) y se mantuvieron durante todo el tiempo de la experiencia cerrados y a las temperaturas constantes de 5° C y 25° C.

Los métodos de análisis empleados fueron los siguientes:

*Carbono, nitrógeno y pH en agua*, por los descritos en F. Guitián Ojea (5).

*Densidad real*, por el método del picnómetro, y xileno como impregnante.

*Densidad aparente*, sobre suelo tamizado en tubos iguales a los de la determinación de los ángulos de contacto.

*pF*, con el aparato de placa y membrana de Richard, igualmente sobre muestras tamizadas.

TABLA I

*Propiedades físicas y químicas de los suelos A y B*

Suelos	C %	N %	C/N	Densidad real	Densidad aparente	Porosidad total
A	5,89	0,67	8,72	2,38	0,60	74,8
B	5,97	0,40	14,80	2,37	0,69	70,9

TABLA II

*Contenido en agua expresado en % en peso de los suelos A y B a diferentes pF*

Suelo	pF: 1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,6	4,2
A	84,3	76,3	61,6	42,1	39,2	27,1	21,5
B	71,7	60,9	34,7	21,2	20,4	13,1	12,0

*Angulo de contacto*, por el método de J. Letey (8), señalado por diferentes autores como el más seguro para esta clase de determinaciones, con la única diferencia de que el radio equivalente de poros necesario para calcular  $\cos \theta$  se determinó con  $\text{Cl}_4\text{C}$ , líquido totalmente no polar, en lugar del alcohol etílico que proponía el método, y con el cual se pudo apreciar todavía una cierta hidrofobia en los suelos y como consecuencia valores decrecientes con el tiempo. Con esta modificación el radio equivalente calculado (2,25 micras para el A y 4,44 para el B) se aproxima mucho al determinado a partir de las curvas de pF (1,97 para el A y 4,91 para el B), y lo que es más importante, no varía prácticamente durante todo el tiempo de la determinación, aun cuando el suelo presente las condiciones máximas de hidrofobia.

*Producción de  $\text{CO}_2$* . Se determinó por incubación del suelo en viales herméticamente cerrados y en los cuales se había dispuesto un recipiente con 5 cc. de KOH. Cada semana se abría momentáneamente el reci-

piente para permitir su aireación y al término de los diferentes períodos se determina el  $\text{CO}_2$  fijado por la KOH.

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El primer resultado que se debe tener en cuenta es la disminución en el contenido en agua de las muestras (tabla III). Según ella, se puede observar que el equilibrio frente al ambiente en que se encuentra confinado, se alcanza cuando la temperatura es de  $25^\circ\text{C}$ , aproximadamente a los trescientos días, mientras que cuando la temperatura es de  $5^\circ$  el tiempo necesario para alcanzar un equilibrio es aproximadamente el doble.

T A B L A I I I

*Humedad del suelo (en %, sobre suelo húmedo) en diferentes períodos de la experiencia*

Días	Suelo A		Suelo B	
	$25^\circ\text{C}$	$5^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$	$5^\circ\text{C}$
0	29,40	29,40	20,05	20,05
36	28,10	28,30	15,60	16,70
89	21,15	27,40	7,68	15,50
271	7,96	18,10	3,42	8,96
573	6,79	13,10	2,82	6,12
715	7,37	13,63	3,28	6,18

Estas humedades tanto en el suelo A como en el B, se corresponden en el caso de las condiciones experimentales de los  $25^\circ\text{C}$ , a un pF de 5,5, mientras que las de  $5^\circ\text{C}$  se corresponden con un pF de 4,75. Estas dependencias de las condiciones de equilibrio de la temperatura vendrían explicadas por la fórmula de Schofield (7) que regula el equilibrio entre la humedad del suelo y determinadas condiciones ambientales:

$$\varphi = 10.833 T \log. \frac{100}{e}$$

En la que ( $\varphi$ ) es el potencial de agua en el suelo, T la temperatura absoluta y ( $e$ ) la humedad del ambiente. De acuerdo con ella se podría añadir que la humedad en el caso de la temperatura de  $25^\circ\text{C}$  sería de

un 80 por 100, y de un 95 por 100 bajo las condiciones de 5° C. Aunque la humedad no fue determinada de forma sistemática y continúa en el interior de los recipientes donde se guardaban las muestras, algunas medidas aisladas parecen confirmar que dichas humedades se ajustan a la realidad de la experiencia.

El tiempo que se necesita para alcanzar el equilibrio es lógicamente inversamente proporcional a la temperatura del ambiente y, por supuesto, muy superior al que necesitaría un suelo que no estuviese confinado en un recipiente cerrado, como es el caso de la experiencia.

A partir de esta evolución de la humedad del suelo se van a desencadenar una serie de procesos íntimamente relacionados con ella y que van a afectar de forma sustancial a las propiedades físicas y biológicas del suelo.

### *Hidrofobia del suelo*

El incremento en las propiedades hidrófobas de los suelos orgánicos a medida que avanza su proceso de desecación es un fenómeno conocido desde hace mucho tiempo, habiéndose realizado en época reciente un Simposium en la Universidad de California sobre este tema (12). Aunque está perfectamente demostrado que existen otros factores que influyen sobre esta propiedad (tipo de vegetación, evolución de la materia orgánica, incendios forestales, etc.), está igualmente claro que la desecación de los suelos es el proceso natural desencadenante de la hidrofobia más normal y característica de los suelos orgánicos.

En condiciones de almacenaje los suelos orgánicos experimentan de forma paralela al proceso de desecación una hidrofobia creciente que hace cada vez más difícil su humectación. Y aunque teóricamente este proceso debe ser en una buena proporción reversible, se va a encontrar en la práctica que determinados suelos orgánicos después de secos sólo se humedecen, y esto parece que solo parcialmente, después de varios meses de contacto con el agua (10). Esto trae como consecuencia que cualquier estudio sobre las relaciones suelo-agua (tanto en condiciones estáticas como dinámicas) se vea seriamente afectado por la hidrofobia de los suelos y que la validez de estas determinaciones pueda considerarse como muy problemática si el proceso de desecación de los suelos orgánicos se encuentra muy avanzado.

En este estudio se determinó el ángulo de contacto suelo-agua como índice de la hidrofobia de los suelos sometidos a las condiciones ya descritas. La evolución de este dato con el tiempo queda recogida en la figura 1, pudiéndose destacar en la misma los siguientes aspectos:

a) Que de los dos suelos, es el que contiene humus menos elaborado (B) el que presenta una hidrofobia más acusada y de evolución

más rápida. Lo que está de acuerdo con el hecho de que los restos vegetales frescos son en general más hidrófobos que las formas de humus más elaboradas. La existencia de abundantes grupos OH en los complejos de arcilla-humus que se forman en los suelos de humus más elaborado podría ser una de las causas de su menor hidrofobia. Por otro lado, en el suelo B la vegetación de brezal con tejidos leñosos y ricos en cutina es mucho menos humectable que la vegetación de gramíneas del suelo A.

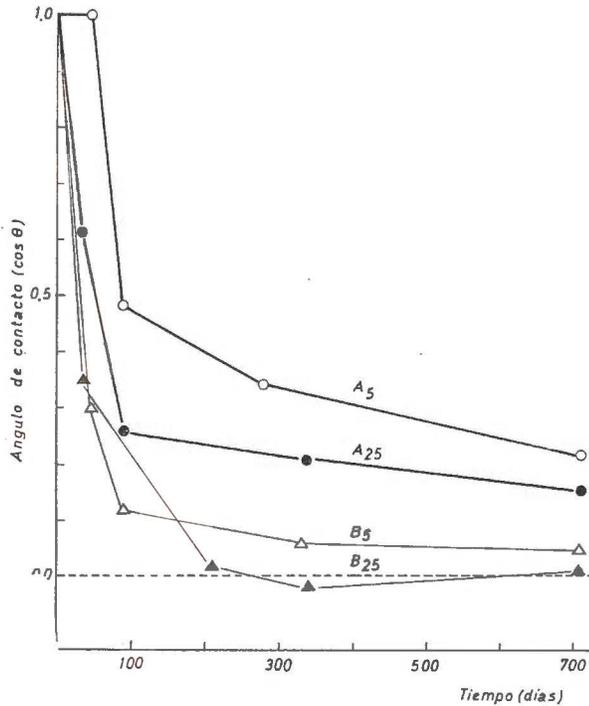


Fig. 1.—Evolución con el tiempo del ángulo de contacto suelo-agua de los suelos A y B a temperaturas de 25 y 5° C.

b) Para cada tipo de suelo, el ángulo de contacto es a su vez dependiente del contenido en agua del suelo, que como ya se vio está determinado por la humedad y temperatura del ambiente en el que se encuentra confinado.

c) Que esta dependencia del ángulo de contacto de la humedad del suelo se puede considerar como aproximadamente exponencial, con una evolución muy rápida de la hidrofobia en los momentos iniciales de la desecación (un descenso del coseno del ángulo de contacto de 1 a 0,5 para una pérdida de agua aproximada del 5 por 100) que se ve amortiguado a medida que transcurre el proceso.

### La porosidad del suelo

La desecación de los suelos orgánicos afecta también de forma acusada a la porosidad total del suelo, produciéndose en general como consecuencia de dicho proceso una disminución global del volumen de poros.

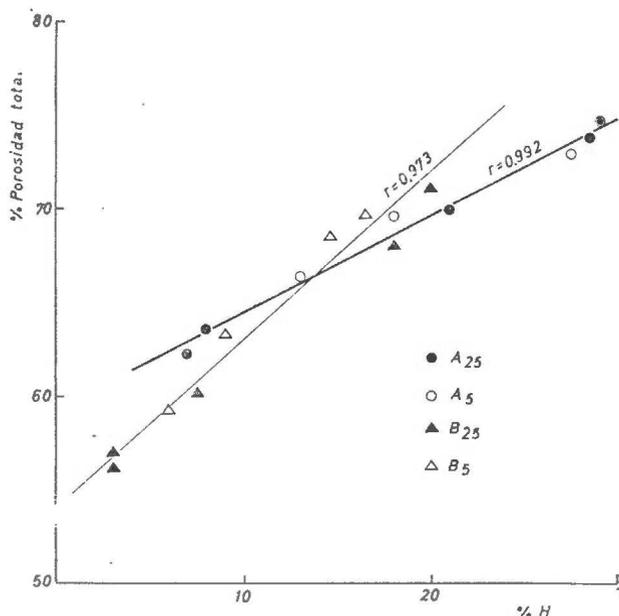


Fig. 2.—Relación entre la porosidad total (de la fracción inferior a 2 mm.) y la humedad de los suelos A y B.

Aunque en los suelos estudiados la porosidad total se determina sobre muestras tamizadas por malla de 2 mm., el proceso de contracción del suelo con la pérdida de agua se puede apreciar claramente, tal como lo refleja la figura 2. En ella asimismo se puede destacar el hecho de que el suelo B, con humus bruto, presenta este fenómeno de forma mucho más acusada que el A. Pudiéndose constatar asimismo, como era de esperar, que la temperatura no afecta para nada estas relaciones y sí únicamente la velocidad con la que se desarrolla el proceso de contracción.

Las causas de esta disminución de la porosidad podrían referirse a la retracción general que sufre la materia orgánica cuando se deseca, fenómeno que afectaría por un lado a los puentes que enlazan las partículas elementales del suelo, que se verían aproximadas unas a otras y como consecuencia disminuido el espacio libre entre ellas, y por otro

lado por una reducción del volumen de las propias partículas elementales de origen orgánico.

### *Actividad biológica*

Tomando como índice de esta propiedad el desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , se obtienen los resultados que reproduce la figura 3. En ellos se puede apreciar cómo hay una disminución logarítmica perfecta de la actividad biológica con el tiempo. Disminución que sería consecuencia de la evo-

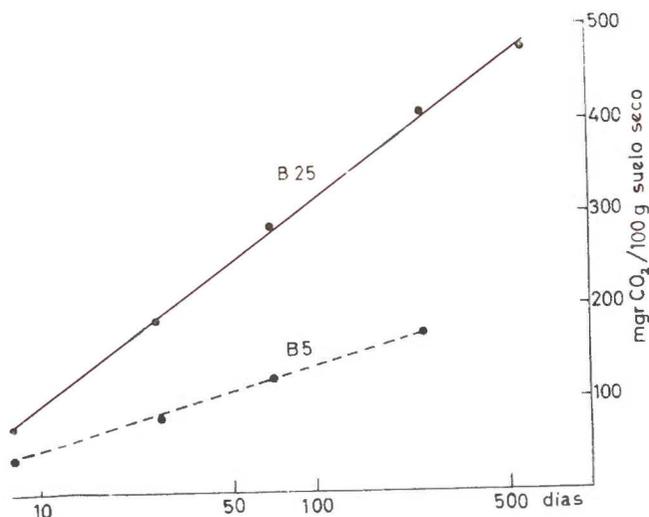


Fig. 3.—Actividad biológica del suelo B (medida por el desprendimiento de  $\text{CO}_2$ ) a dos temperaturas diferentes (25 y 5° C) y durante períodos crecientes de incubación. Representada la actividad en valores acumulados.

lución con el tiempo de dos factores: el agotamiento de sustrato y la disminución de la humedad del suelo. Siendo de estos dos, el primero de ellos el que tendría una mayor influencia sobre la actividad biológica, como se podría deducir de un trabajo anterior (4) en el que se estudió con mayor detalle la influencia de la humedad y del sustrato sobre la actividad biológica de otro suelo orgánico gallego.

La influencia de la temperatura sobre la actividad biológica es francamente positiva, existiendo una relación entre la pendiente de la recta a 25 y a 5° C de 2,5.

Se puede igualmente observar que aun cuando existe una disminución clara, con la tendencia ya citada, de la actividad biológica con el tiempo, el nivel de esta actividad después de quinientos días de expe-

riencia aún es considerable, por lo que se puede deducir que los cambios en la composición del sustrato que esta actividad puede originar deben ser apreciables, sobre todo como ya señalaban otros autores en el incremento de nitratos.

Se había determinado igualmente la actividad biológica para el suelo A y aun cuando se había encontrado un comportamiento análogo al del suelo B (evolución logarítmica, influencia positiva de la temperatura, etc.) los valores absolutos eran inexplicablemente más bajos en un suelo que teóricamente debía tener una actividad biológica superior. Por tal razón no se incluyen sus datos en la gráfica correspondiente.

### CONCLUSIONES

De todo lo anterior debe deducirse que las medidas de las relaciones suelo-agua en los suelos orgánicos, tanto desde el punto de vista estático (curvas de pF, capacidad de campo, punto de marchitez, etc.) como dinámico (conductividad hidráulica, evaporación, etc.), deben verse sustancialmente alteradas cuando se determinan después de que haya transcurrido un cierto espacio de tiempo en situación de almacenaje.

No es fácil a partir de los datos recogidos en este trabajo, ni siquiera de otros más extensos, dar unos límites para la cantidad de materia orgánica, tipo de la misma y tiempo de almacenaje mínimo que se requerirían antes de que se presentasen fenómenos importantes de hidrofobia en los suelos. Resulta mucho más sencillo utilizar el test que mide la velocidad de penetración de una gota de agua en un suelo como índice de hidrofobia (8) o simplemente desistir de la determinación de cualquier relación suelo-agua cuando éste ofrezca dificultades aparentes para la humectación.

Con relación a la medida de la porosidad, otro tanto podría añadirse. La reducción en el volumen de poros debe afectar según los procesos anteriormente analizados tanto a la macro como a la microporosidad, por lo que estas medidas se verían igualmente alteradas por el proceso de desecación sufrido durante el almacenaje.

Finalmente la actividad biológica varía ampliamente con el tiempo, por lo que medidas de la misma después de cierto tiempo de almacenaje carecerían de significación. Pero es, sobre todo, las modificaciones que esta actividad introduce en el sustrato a las que se les debe dar una especial importancia. Por los datos aportados por la bibliografía y los propios de este trabajo, se ve que esta actividad aunque disminuye, de forma logarítmica se puede mantener en el suelo a niveles perfectamente detectables durante amplios espacios de tiempo. Esta actividad prolongada trae como consecuencia, p. ej., una disminución del contenido en carbono del suelo que alteraría la relación C/N del mismo, por otro lado, como ya se vio las formas de nitrógeno en el suelo sufrirían igualmente modificaciones.

Sólo las propiedades químicas fundamentales (contenido elemental, complejo de cambio, etc.), el análisis mecánico y aquellas propiedades secundarias determinadas por las anteriores, deben permanecer sustancialmente inalteradas durante el proceso de almacenaje, por lo que en lo posible deberán limitarse sólo a ellas los análisis realizados sobre muestras de suelos que lleven varios años en período de almacenaje.

#### RESUMEN

Durante dos años de experiencia se estudian las variaciones que sufren dos suelos orgánicos almacenados en frascos de polietileno cerrados. La disminución del contenido en agua del suelo, determinada por las condiciones de humedad y temperatura del medio, es el factor fundamental de la variación de otras propiedades físicas y biológicas. Dependiendo de ella, la hidrofobia del suelo, medida por el valor del ángulo de contacto (Letey, 1962) disminuye de forma exponencial, reduciéndose más de un 50 por 100 para una pérdida de agua del 5 por 100. El suelo con humus menos elaborado, es el que desarrolla una hidrofobia más intensa.

Con la desecación se produce una disminución general de la porosidad, que es igualmente más intensa en el suelo de humus menos elaborado.

La actividad biológica disminuye de forma logarítmica en función de la pérdida de agua del suelo y del agotamiento del sustrato, apreciándose una clara influencia de la temperatura en el proceso.

Finalmente, se concluye que los suelos orgánicos que manifiestan una hidrofobia apreciable después de un cierto período de almacenaje no son aptos para realizar ciertas determinaciones: relaciones suelo-agua, porosidad, densidad, relación C/N, etc.

*Cátedra de Edafología. Facultad de Farmacia.  
Santiago de Compostela.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALLÉN, J. E. 1962. Effect of low-temperature storage on the extractable nutrient ions in soils. *Jour. Sci. Food & Agric.*, 10, 525-529.
- (2) BIRCH, H. F. 1960. Nitrification in soils after different periods of dryness. *Plant & Soils*, XII, 1, 81-96.
- (3) DOSTAL, A., PESAK, M. 1968. Effect of storage on spontaneous change and their extent in the content of available nutrients, moisture and pH in the fine-earth fraction of soil. *Rostl. Vyroba*, 12, 1307-1318.
- (4) FERNÁNDEZ FERRO, P., DÍAZ-FIERROS, V. F. 1974. Estudio de algunos factores que influyen sobre la actividad biológica de los suelos de Galicia. *Estudios Biológicos Compostelanos*. 5, 7-21.
- (5) GUTIÁN OJEA, F., CARBALLAS FERNÁNDEZ, T. 1975. Métodos de estudios de suelos. 2.ª ed., Ed. Pico Sacro, Santiago.
- (6) HAINES, W. B. 1923. The volumen change associated with variations of water content in soil. *J. Agric. Sci.*, 13, 296.
- (7) KONKE, H. 1968. *Soil Physics*. Mc Graw-Hill, New York.
- (8) LETEY, J., OSBORN, J., PELISHEK, R. 1962. Measurment of liquid-solid contact angles in soil and sand. *Soil Sci.*, 93, 149-153.
- (9) NEVO, Z., HAGIN, J. 1966. Changes occurring in soil samples during air-dry storage. *Soil Sci.*, 102, 3, 157-160.

- (10) PERIGAUD, S. 1967. Difficultés d'apreciation des caracteristiques hydriques des sols riches en matieres organiques. Comt. Rend. Seanc. Ac. Agric. France., 932-939.
- (11) SKUJINS, J., Mc LAREN, A. 1969. Assay of ureasa activity using  $^{14}\text{C}$ -urea in stored, geologically preserved, and irradiated soil. Soil Biol. Biochem., 1, 89.
- (12) WATER-REPELLENT SOILS. 1969. Symposium, California University, Riverside.

Recibido para publicación: 23-I-76.



# MORFOMETRIA DEL CUARZO Y CIRCON APLICADA AL ESTUDIO GENETICO DE UN SUELO POLICICLICO

por

M. C. VILLAR CELORIO (\*)

## SUMMARY

### THE MORPHOMETRY OF QUARTZ AND ZIRCON, APPLIED TO THE GENETIC STUDY OF A POLYCYCLIC SOIL

A profile in Monte Pedroso, Santiago de Compostela, has been studied, which presents various layers of humous colluvium. It has been classified as a polycyclic Atlantic Ranker.

The micromorphology and soil chemistry revealed an oscillation in environmental conditions, periods of landscape stability and soil formation, alternating not readily evident from field studies.

As a new contribution towards the confirmation of the thesis proposed in the earlier work, we have carried out the mineralogical study of the sands in this profile, using the morphoscopic and morphometric properties of quartz and zircon as guides for the interpretation of the wathering effects observed, due mainly to their great stability in light and heavy fractions.

## INTRODUCCIÓN

Se estudia un perfil en Monte Pedroso (Santiago de Compostela), el cual presenta varias capas de coluvios de humus, y clasificado como ranker atlántico policíclico sobre granito de dos micas.

Tanto la micromorfología como los análisis químicos, han puesto de relieve para este suelo una oscilación en las condiciones del medio ambiente: períodos de estabilidad del terreno y formación del suelo, alternando con fases de erosión y depósito, que no se deducen fácilmente de los estudios de campo. Como un nuevo aporte para la confirmación de la tesis sostenida en un trabajo anterior, hemos realizado el estudio mineralógico de arenas de este perfil, utilizando (bajo su aspecto morfoscóptico y morfométrico) el cuarzo y el circón como elementos

---

(\*) Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia.

guía para la interpretación de los efectos de alteración observados, debido principalmente a sus condiciones de gran estabilidad dentro de las fracciones ligera y densa.

Es lógico pensar que si un suelo ha sufrido diversos períodos de estabilidad y formación, alternando con fases de erosión y depósito, los componentes minerales del mismo habrán sido afectados en mayor o menor cuantía, sufriendo alteraciones en su forma. Basándonos en este hecho, hemos seleccionado dos elementos minerales del mismo, uno en la fracción ligera y otro en la densa, que por sus condiciones de estabilidad y dureza (tabla V) sirviesen como elementos guía para el estudio de las discontinuidades existentes en el perfil.

Seleccionados cuarzo y circón, y tras la preparación y estudio de los mismos, nos ha dado como resultado una perfecta concordancia con los estudios micromorfológicos y químicos, los cuales pueden encontrarse al igual que la descriptiva del suelo en un trabajo anterior (6), así como respecto a las diferentes fases de formación del perfil.

Previo al estudio particular del cuarzo y del circón, hemos efectuado la preparación, fraccionamiento, tinción y estudio de los minerales de la fracción arena del suelo, cuyos contajes pueden verse en las tablas I y III.

En lo que respecta a la fracción ligera (fig. 1), puede observarse el predominio de los feldespatos potásicos frente a las plagioclasas, descendiendo su porcentaje al igual que en el caso del cuarzo en profundidad a lo largo del perfil. La mica predominante es la biotita, más o menos cloritizada aumentando su porcentaje en profundidad. Son abundantes las plagioclasas alteradas a sericita y las moscovitas con inclusiones de circón y apatito.

Por lo que atañe a la fracción densa (fig. 2) existe un ligero predominio de los minerales resistentes (circón, turmalina, granate, rutilo y anatasa) sobre los metamórficos (andalucita, silimanita y estauroлита). Hay pequeñas cantidades de astrofilita en los horizontes superiores y fuerte predominio de opacos naturales (casi todo ilmenita, según diagrama de rayos X) en profundidad. Son escasos los anfíboles y epídotas, sobre todo en los horizontes  $C_1$  y  $C_2$ .

#### ESTUDIO DEL CUARZO

Previo separación densimétrica de la muestra, utilizamos el cuarzo existente en la fracción 400-200  $\mu$  por considerarlo el más idóneo para su proyección en pantalla y posterior calco de su contorno. Se han utilizado 200 granos por muestra de horizonte. Para la determinación del tipo de esfericidad, hemos medido en proyección los ejes más largo y más corto del mismo, perpendicular este último al primero, considerando el eje intermedio como constante. La diferencia entre ejes, llevada a la carta para estimación visual de redondez y esfericidad de

• TABLA I

% de minerales en fracción ligera de arena, con especificación del % de cuarzo según redondez y esfericidad

	Bien redondeada			Redondeada			Sub-redondeada			Sub-angulares			Angular muy angulares			Minerales de la fracción ligera							
	Horizontes	Esferoides	Planoesferoides	Aciculares	Planoesferoides	Esferoides	Aciculares	Triaxial aplanados	Esferoides de superficie irregular	Aciculares	Triaxial aplanados	Esferoides de superficie irregular	Aciculares	Triaxial aplanados	Esferoides de superficie irregular	Cuarzo	Feldespatos potásico	Plagioclasas	Total feldespatos	Moscovita	Biotita-Clorita	Total micas	Índice alteración Cuarzo/Feldespatos
IAC	+	+	+	3	5	+	27	26	1	14	13	1	2	7	1	34	23	6	29	16	21	37	1.17
IC	+	+	+	6	2	+	27	27	1	19	11	+	2	5	+	35	21	8	27	16	22	38	1.29
IIIA1	4	1	1	20	8	+	22	28	1	9	5	+	+	1	+	36	22	12	34	10	20	30	1.05
IVA1	3	1	+	12	9	+	28	32	2	8	5	+	+	+	+	27	18	10	28	17	28	45	0.96
VIB	+	2	+	3	3	+	21	22	2	17	16	1	5	7	1	17	10	12	22	17	44	61	0.77
VIC <sub>1</sub>	+	+	+	2	1	+	15	20	1	16	22	1	11	9	2	16	9	7	16	17	51	68	1.00
VIC <sub>2</sub>	+	+	+	2	1	+	9	14	1	11	20	1	14	21	6	13	9	7	16	19	52	71	0.81

Observaciones: trazas = + (presencia inferior al 1%). Son abundantes las plagioclasas alteradas a sericitita, y la moscovita con inclusiones de circon y apatito.

TABLE II

% de cuarzo

(REDONDEZ)							(ESFERICIDAD)					
1.0 - 0.9	0.8 - 0.7	0.6 - 0.5	0.4 - 0.3	0.2 - 0.0			1.0 - 0.7	1.0 - 0.7	0.6 - 0.0	0.6 - 0.0	1.0 - 0.0	
Horizontes .....	Bien redondeados .....	Redondeados .....	Subredondeados .....	Subangulares.....	Angulares.....	Muy angulares.....	Esferoides .....	Planoesferoides.....	Esferoides de superficie irregular.....	Triaxial aplanados .....	Aciculares .....	Indices medios de esfericidad en horizontes.....
							Diferencia entre ejes					
							0-1-2-3	4-5-6-7 -8-9	0-1-2-3	4-5-6-7 -8-9	10-11-12 -13	
IAC .....	+	8	54	28	10	0.42	3	5	43	46	3	0.58
IA .....	+	8	55	30	7	0.43	6	2	48	43	1	0.61
IIAI .....	6	28	51	14	1	0.55	24	9	31	34	2	0.61
IVAI .....	4	21	62	13	+	0.53	15	10	36	37	2	0.59
VIB .....	2	6	45	34	13	0.40	3	5	43	45	4	0.57
VIC <sub>1</sub> .....	+	3	36	39	22	0.34	2	1	42	51	4	0.56
VIC <sub>2</sub> .....	+	3	24	32	41	0.28	2	1	34	55	8	0.50

PERFIL 1233... FRACCIÓN LIGERA

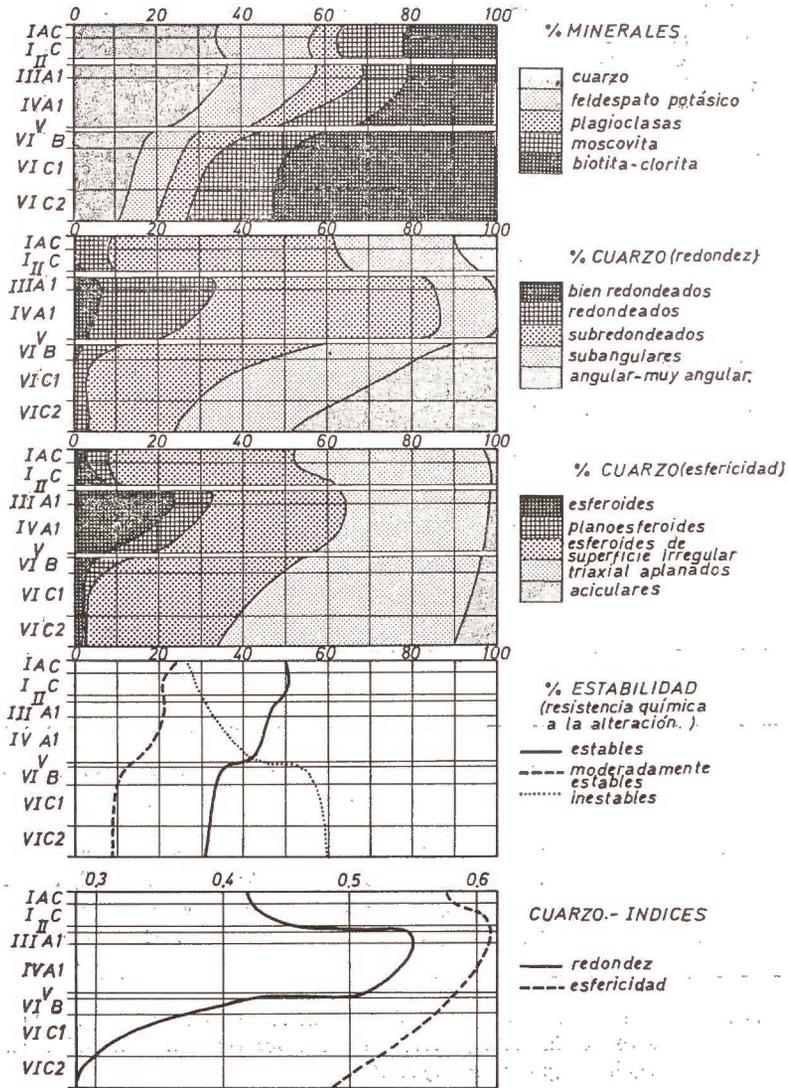


Fig. 1

TABLA III

Horizontes .....	Circón.....	Turmalina.....	Granate.....	Rutilo .....	Anatasa.....	Broquita .....	Monacita.....	Titanita.....	Apatito.....	Astrofilita.....	Epidota.....	Ortita .....
I AC	1,92	0,23	0,08	+	0,08	+	+	0,08	0,84	0,54	0,69	0,23
I C	4,77	2,47	0,35	0,18	0,18	+	+	+	2,12	0,53	0,35	0,71
III A1	3,06	2,27	0,79	0,23	0,45	0,11	+	0,34	0,23	+	0,34	0,11
IV A1	2,86	1,04	0,52	0,09	+	+	0,09	0,17	0,52	0,26	0,26	0,43
VI B	1,60	0,60	0,40	+	0,08	+	+	0,04	0,28	+	0,12	0,20
VI C1	1,36	0,20	0,72	0,08	0,12	+	+	0,08	0,04	+	0,04	0,08
VI C2	1,48	0,21	0,14	0,02	0,02	+	+	0,05	0,12	+	+	0,14

	I AC	I C	III A1	IV A1	VI B	VI C1	VI C2
Transparentes ... ..	7,67	17,67	11,33	8,67	4,00	4,00	2,33
Micas... ..	65,00	40,67	51,00	49,33	53,67	28,67	26,00
Opacos naturales... ..	23,66	32,66	35,34	39,00	40,00	63,33	71,67
O. alteración ... ..	3,67	9,00	2,33	3,00	2,33	4,00	+

Observaciones: Posible presencia de algún carbonato. Existencia de turmalina azul-verdosa (indicolita). Los opacos naturales son casi todos ilmenita, según diagrama de rayos X.

% de minerales densos en fracción 400-50  $\mu$ 

Hornblenda .....	Estaurolita.....	Distena.....	Andalucita.....	Silimanita.....	Fibrolita .....	Biotita.....	Moscovita .....	Clorita .....	Opacos naturales.....	Opacos de alteración.....	Índice de alteración..... Circón + Turmalina/ Anfiboles .....
0,38	+	+	1,91	0,15	0,54	47,61	14,64	2,75	23,66	3,67	5,66
0,71	0,18	+	3,89	0,35	0,88	21,84	13,56	5,27	32,66	9,00	10,20
0,11	0,11	+	2,84	0,11	0,23	27,15	20,56	3,29	35,34	2,33	48,50
0,09	0,09	+	1,73	0,17	0,35	27,75	18,50	3,08	39,00	3,00	43,33
0,12	+	+	0,36	0,08	0,12	31,39	21,27	1,01	40,00	2,33	18,33
0,04	0,04	0,32	0,52	0,04	0,32	20,20	8,47	+	63,33	4,00	39,00
0,05	0,05	+	+	+	0,05	15,36	10,64	+	71,67	+	33,80

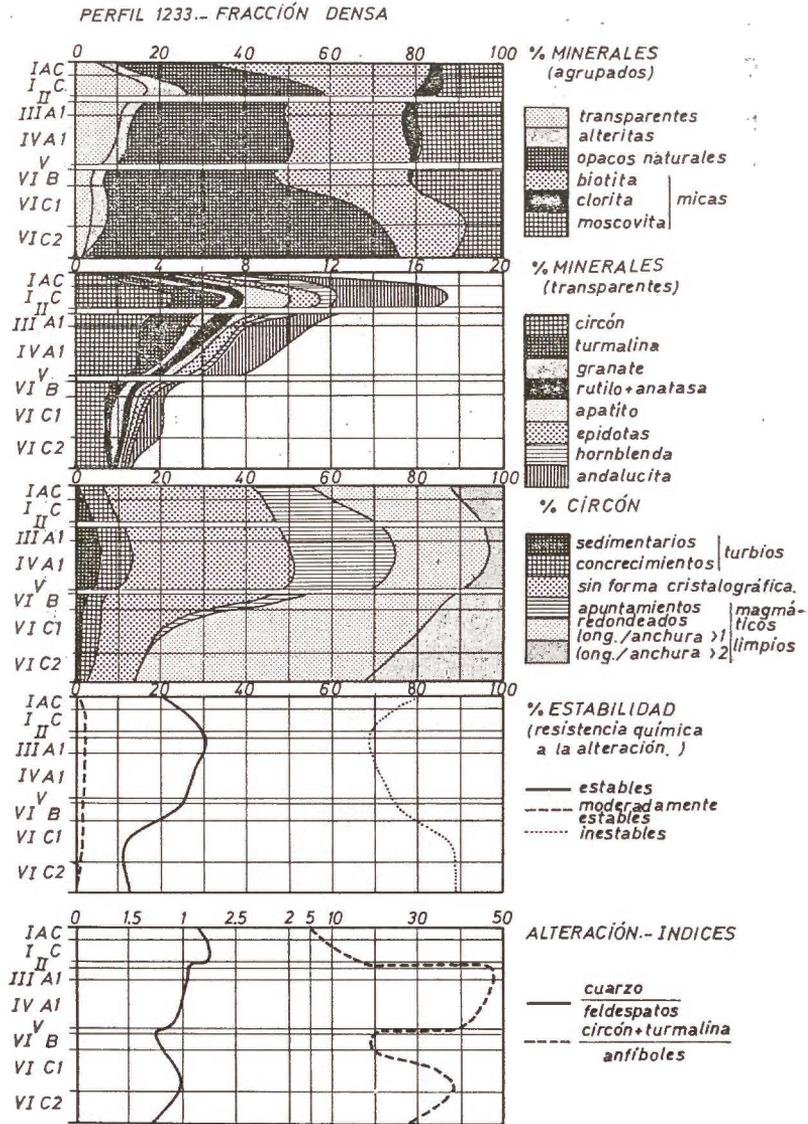


Fig. 2

Krumbein y Sloss (1955), con modificaciones de Brewer (1964) (fig. 3), nos indica los índices de esfericidad y redondez correspondientes y en consecuencia los distintos tipos de cuarzo existentes según la siguiente clasificación (tabla II):

Carta para estimación visual de redondez y esfericidad del cuarzo (Krumbein y Sloss)

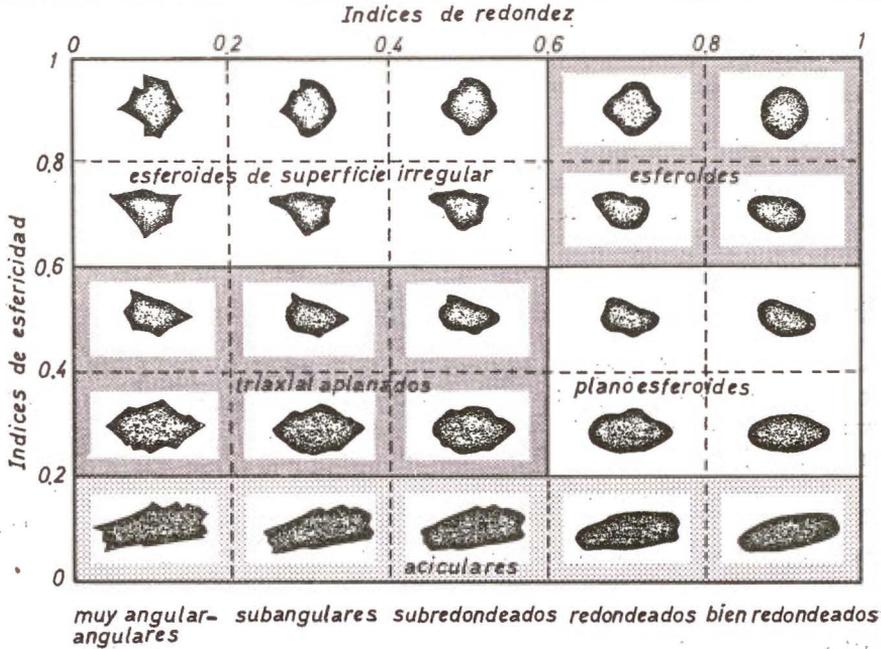


Fig. 3

### *Esferoides*

Granos con diferencias entre ejes de 0-1-2-3 dentro de un intervalo de índices de redondez desde 1,0 a 0,7; superficie desde bien redondeada a redondeada, sin ángulos; índices de esfericidad desde 0,1 a 0,7.

### *Esferoides de superficie irregular*

Granos con diferencias entre ejes de 0-1-2-3 dentro de un intervalo de índices de redondez inferiores a 0,6; superficie de subredondeada a angular muy angular con numerosos entrantes y salientes, desde ligeramente redondeados, romos a agudos. Índices de esfericidad desde 0,1 a 0,7.

### *Planoesferoides*

Granos con diferencias entre ejes de 4-5-6-7-8-9, dentro de intervalo de índices de redondez desde 1,0 a 0,7; superficie de bien redondeada a redondeada, sin ángulos; índices de esfericidad de 0,6 a 0,2.

### *Triaxial aplanados*

Granos con diferencias entre ejes de 4-5-6-7-8-9, dentro de un intervalo de índices de redondez inferiores a 0,6; superficie de subredondeada a angular muy angular, al igual que los esferoides de superficie irregular. Índices de esfericidad desde 0,6 a 0,2.

### *Aciculares*

Granos con diferencias entre ejes de 10-11-12-13 y más, dentro de un intervalo de índices de redondez de 0,1 a 0,0. La superficie de los mismos abarca pues todos los tipos de redondez. Índices de esfericidad menores de 0,2.

En cuanto a la redondez, hemos seguido la carta de Russell y Taylor (1937) con modificaciones posteriores de Sneiderñön (1954), según la clasificación siguiente (tabla II):

### *Bien redondeados*

Granos de superficie pulida o casi pulida, sin ángulos. Ausencia total de entrantes y salientes.

### *Redondeados*

Granos de superficie prácticamente pulida, con ligeros entrantes y salientes de curvatura amplia.

### *Subredondeados*

Granos con superficie irregular, entrantes y salientes más abundantes y profundos que los anteriormente citados; curvaturas más cerradas y aristas redondeadas.

*Subangulares*

Granos de superficie irregular, entrantes y salientes acusados, abundantes, numerosos picos y aristas pero con sus bordes romos y redondeados.

TABLA IV

% de circón según los diferentes tipos

Horizontes	Magmáticos				Turbios			Sin forma
	Longitud/anchura > 2	Longitud/anchura entre 2 y 1	Apuntamientos piramidales redondeados . . . . .	Total limpios. . . . .	Concrecimientos .	Sedimentarios . . .	Total turbios . . . . .	Fracturados, fragmentados, etc. . . . .
IVAC . . . . .	11	32	14	57	6	1	7	36
VIC . . . . .	6	28	20	54	6	4	10	36
III Al . . . . .	4	23	25	52	7	5	12	36
IV Al . . . . .	5	22	22	49	7	6	13	38
VIB . . . . .	15	39	4	58	4	2	6	36
VIC <sub>1</sub> . . . . .	17	6	2	79	4	2	6	15
VIC <sub>2</sub> . . . . .	29	56	+	85	3	1	4	11

Observaciones: En horizontes C: abundancia de alargados muy finos y escasez de fragmentados. Los concrecimientos en forma de sierra, aparecen de preferencia en III Al y IV Al, al igual que los de apuntamientos redondeados y enturbiados, indicativos de depósitos sedimentarios.

*Angulares-muy angulares*

Granos de superficie totalmente irregular, con entrantes y salientes muy acusados, ausencia total de curvaturas, picos y aristas muy numerosos, con bordes agudos y muy agudos.

TABLA V

Resistencia química a la alteración (estabilidad), según índices de Dryden, modificados por Konkharienko, Millner, Pettijohn y otros. % de minerales

Fracción ligera				Fracción densa		
Horiz.	Estables	Moderadamente estables	Inestables	Estables	Moderadamente estables	Inestable
IAC .....	50	23	27	20.16	0.85	78.99
IC .....	51	21	28	29.96	1.76	71.28
IIIAI .....	46	22	32	29.97	1.58	68.45
IVAI .....	44	18	38	25.92	1.30	72.78
VIB .....	34	10	56	24.56	0.64	74.80
VIC <sub>1</sub> .....	33	9	58	10.23	1.52	88.25
VIC <sub>2</sub> .....	32	9	59	12.37	0.29	87.34

Mineral hallado	Índice × 10		Mineral hallado	Índice × 10	
Moscovita .....	600	Estables	Circón .....	710	Moderadamente estables
Cuarzo .....	530		Turmalina .....	630	
Clorita .....	400		Rutilo .....	610	
Feldespato potásico .....	350	Moscovita .....	600		
		Moderadamente estable	Anatasa .....	550	
			Broquita .....	530	
			Monacita .....	420	
			Clorita .....	400	
Biotita .....	160	Inestables	Granate .....	310	
Plagioclasa .....	100		Titanita .....	280	
			Estaurrolita .....	270	
			Distena .....	270	
			Silimanita .....	230	
			Andalucita .....	220	
			Apatito .....	220	
			Biotita .....	160	
			Ilmenita .....	150	
			Epidotas .....	110	
			Hornblenda .....	70	

## ESTUDIO DEL CIRCÓN

Utilizamos el circón existente en la fracción densa 100-50  $\mu$  por estar dicho mineral en mayor cantidad en la fracción mencionada. Hemos efectuado el estudio morfológico y morfométrico de los circones agrupándolos según las clases siguientes:

### 1. *Circones con características típicamente magmáticas*

De forma cristalográfica bien desarrollada y reconocible, prismático-bipiramidal, claros, incoloros o ligeramente coloreados, de desarrollo perfecto o casi perfecto. Se han subdividido en tres fracciones: a) con una relación dimensional longitud/anchura  $> 2$ ; b) con relación dimensional longitud/anchura entre 2 y 1, y c) con los apuntamientos piramidales redondeados.

### 2. *Circones enturbiados*

Englobamos en este apartado los circones a) de aspecto sedimentario, con superficie externa rugosa y morfología bastante irregular, corroídos y alterados, enturbiados, de coloración parda rojizo oscura, tanto nucleados como zonados. b) Circones con neocrecimientos y concrecimientos, de aspecto metamórfico, turbios y diversamente desarrollados en función del grado de metamorfismo.

### 3. *Circones sin forma cristalográfica típica*

Debidos a presiones que los fragmenta o a movimientos de traslación que originan circones rodados de forma más o menos ovoidea o redondeada.

## DISCUSIÓN

### *Alteración y formación del suelo en VI ( $K_4$ ) y deposición de V ( $K_3$ ) (\*)*

Química y mineralógicamente se muestran estos horizontes idénticos al C, demostrando así la naturaleza «in situ» de esta zona del perfil. Tanto en VI C<sub>1</sub> como en VI C<sub>2</sub> (más en el primero que en el segundo), la roca se presenta desintegrada, más que alterada. En ambos horizontes el cuarzo aparece en general de subredondeado a angular-muy angular con tendencia a triaxial aplanado y bajos índices de redondez (0,34-0,28). En particular cabe destacar la casi total ausencia de cuarzo redondeado esferoide, y la abundancia del angular acicular con los porcentajes más elevados del perfil. En cuanto al circón, aparecen en esta fase K<sub>4</sub> los más alargados del perfil, mostrándose en general hialinos, limpios y cristalográficamente completos.

(\*) Los ciclos K corresponden a períodos Butler (2) de erosión, depósito y formación del suelo.

Todo ello, tanto en el caso del cuarzo como en el del circón, evidencia una ausencia de transporte de materiales, corroborando la naturaleza «in situ» de VI C<sub>1</sub> y VI C<sub>2</sub>, puesta igualmente de manifiesto por la gran cantidad de minerales inestables, tanto en la fracción ligera como en la densa, indicativo de una alteración escasa.

En consecuencia, la formación de esta zona del perfil ha tenido lugar durante el período estable K<sub>4</sub>.

El stone-line V truncando el VI B, representa el período inestable K<sub>3</sub>. En la parte superior del VI B en contacto con el stone-line, el cuarzo comienza a tornarse subredondeado, aumenta el índice de redondez (0,40) con respecto a VI C<sub>1</sub> y VI C<sub>2</sub>, al mismo tiempo que se incrementa la esfericidad. Disminuye la cantidad de minerales inestables, mientras que el circón aparece más turbio y ennegrecido, con predominio de los fracturados y sin forma cristalográfica definida y fuerte disminución de los cristalográficamente completos, indicando con ello la aparición de un depósito de ladera ocurrido durante el período inestable K<sub>3</sub>, como veremos a continuación al analizar los horizontes inmediato-superiores.

*Deposición de IV (K<sub>3</sub>), formación del suelo (K<sub>3</sub>) y deposición de III (K<sub>2</sub>)*

El horizonte IV A<sub>1</sub> posee aparentemente el carácter de un horizonte normal, sin mostrar propiedades que permitan una cronología en términos de estabilidad. Sin embargo, su localización sobre un stone-line, es indicativa de un depósito de ladera. Su gran actividad biológica ha destruido los rasgos sedimentarios, micromorfológicamente hablando. En cuanto a la mineralogía de arenas, estamos en la zona de mayor alteración del perfil, expresada por la menor cantidad de elementos inestables tanto en la fracción densa como en la ligera, apareciendo en consecuencia un mayor incremento de elementos estables tales como el circón, turmalina y cuarzo. Este último presenta los más altos índices de redondez (0,53 en IV A<sub>1</sub> y 0,55 en III A<sub>1</sub>) y de esfericidad del perfil. Existe una total ausencia de granos angulares. La inmensa mayoría del cuarzo, un 85 por 100, es redondeado o subredondeado. Un 25 por 100 de éstos son redondeados y esferoides, indicando al igual que el circón, un fuerte arrastre de ladera y perturbaciones de gran actividad químico-biológica durante la deposición y formación del suelo, especialmente en III A<sub>1</sub>. El circón se presenta turbio y ennegrecido con predominio acusado de granos cortos, fracturados y sin forma cristalográfica típica. Aparecen igualmente con cierta abundancia circones con concrecimientos y picos de recristalización, acumulados de preferencia en éste y demás horizontes superiores del perfil. Se acusa asimismo mineralógicamente una discontinuidad entre III A<sub>1</sub>

y IV  $A_1$  indicada anteriormente en el campo, por la existencia de un ligero stone-line de piedras dispersas. Ambos horizontes, pues, marcan la zona de mayor perturbación del perfil.

El horizonte III  $A_1$  truncado por el stone-line II ( $K_1$ ) presenta rasgos mineralógicos similares al IV  $A_1$  presentando características claras de procesos de desplazamientos y rodadura, pero en un grado superior a éste.

### *Deposición de II y I*

Tanto en la parte superior del stone-line, como en I C, comienza a decrecer el porcentaje de cuarzo redondeado, con notable aumento de los subangulares y angulares. Los índices de redondez también decrecen (0,43-0,42), indicando con ello, al igual que la disminución de la esfericidad, una fase de estabilidad después de la deposición. El circón se vuelve a presentar hialino, limpio, con aumento de los cristalográficamente completos, acompañado de un ligero incremento de los minerales inestables (hornblenda), especialmente en la fracción densa. Coexisten, sin embargo, rasgos indicativos del arrastre de ladera, tales como un ligero porcentaje de cuarzo redondeado esferoide y circones fracturados y sin forma cristalográfica típica.

### CONCLUSIONES

En la fase estable  $K_4$ , el cuarzo se presenta predominantemente con carácter angular no esferoide, y el circón cristalográficamente completo, alargado y limpio, evidenciando formación «in situ», demostrada igualmente por la aparición de la mayor cantidad de minerales inestables de todo el perfil.

Sobreviene la fase inestable  $K_3$ , truncando el stone-line y el horizonte VI B. El cuarzo se torna subredondeado y el circón se enturbia, aumentando los fracturados y sin forma cristalográfica típica.

Tras el truncamiento por el stone-line, sucede la deposición (en forma de depósitos de ladera en IV  $A_1$ ). Parece existir una posterior deposición en III  $A_1$ . En ambos horizontes predomina el cuarzo redondeado y esferoide, y el circón, de corto desarrollo fracturado o sin forma, todos ellos enturbiados, junto con el descenso en el porcentaje de minerales inestables.

Nuevo truncamiento por II tras la fase estable  $K_2$  y deposición y formación de  $K_1$ , en la cual los cuarzoes en superficie aparecen más angulares, y el circón se muestra al igual que en la fase  $K_4$ , limpio y hialino, con aumento de los cristalográficamente completos, pero de longitud menor que en VI  $C_1$  y VI  $C_2$ , incrementándose ligeramente

los porcentajes de minerales inestables, especialmente en la fracción densa.

#### RESUMEN

Se estudia la morfometría del cuarzo y circón aplicado al estudio genético de un suelo policíclico comprobando que los efectos de erosión, depósito y formación del suelo, quedan reflejados en los componentes mineralógicos de la arena, especialmente en los dos anteriormente citados.

Este estudio viene a complementar los resultados obtenidos en un trabajo publicado anteriormente.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALEXANDRE, T. y PINILLA, A. (1968). Algunas modificaciones en las técnicas aplicadas al estudio mineralógico de fracciones gruesas o arenas. *An. Edafol. Agrobiol.*, 27, 564-567.
- (2) BUTLER, B. E. (1959). Periodic phenomena in landscapes as a basis for soil studies. *C. S. I. R. Aust. Soil Publ.*, 14, 4-20.
- (3) CAILLEUX, A. y TRICART, J. (1963). *Initiation a l'etude des sables et des galets. Tomo I (texte)*. París.
- (4) CARVER, R. (1971). *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley-Interscience. New-York, 131-150.
- (5) DOEGLAS, D. J., FAVEJEE, J. CH., NOTA, D. J. G. y VAN DER PLAS, L. (1965). On the identification of feldspars in soils. *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen (Holland)*, 65-9, 1-14.
- (6) MÜCHER, H. J., CARBALLAS, T., GUITIÁN OJEA, F., JUNGERIUS, P. D., KROONENBERG, S. y VILLAR, M. C. (1972). Micromorphological analysis of effects of alternating phases of landscape stability and instability on two soil profiles in Galicia N. W. Spain. *Geoderma*, 8, 241-266.
- (7) PÉREZ MATEOS, J. (1965). *Análisis mineralógico de arenas*. Manual de Ciencia Actual. C. S. I. C. (1.ª edición), 265, Madrid.
- (8) RUHE, R. V. (1965). Geomorphic surfaces and the nature soils. *Soil Sci.*, 82, 415-441.
- (9) VILLAR, M. C., CABALLO, J. M. y GUITIÁN OJEA, F. (1971). Circón en suelos sobre granitos. *An. Edafol. Agrobiol.*, 30, 7-8, 697-719.

Recibido para publicación: 23-I-76

# CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA TERRA ROSSA ESPAÑOLA

## II. MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA (\*)

p o r

L. J. ALIAS, M. NIETO y J. ALBALADEJO

### S U M M A R Y

#### CONTRIBUTION TO THE STUDY OF SPANISH TERRA ROSSA SOILS II. CLAY MINERALOGY

By means of X-ray diffraction, a study was made of the mineralogical composition of the clay fraction of thirteen representative profiles of terra rossa found in Granada and the South-East provinces, in relation to the underlying limestone.

There exist quantitative and qualitative differences between the A and B horizons and the parent material. The clay of the A horizon is generally composed of illite, kaolinite, and vermiculite, and in addition, goethite, hematite, and gibbsite. In the B horizon, we find the same minerals, but with a smaller proportion of illite, and greater proportions of kaolinite and vermiculite as compared with A. Passing to the underlying limestone, the differences are more marked, the principal component being illite, and the others kaolinite and goethite.

Using the data thus obtained, one can determine that the nature of these soils is autochthonous. From the pedogenetic point of view, and with reference to clay mineralogy, one can assume for these soils a straightforward origin from the underlying limestone rocks.

### I N T R O D U C C I Ó N

El estudio de la composición mineralógica de la fracción arcilla de la terra rossa es un tema que ha merecido la atención de numerosos investigadores, si bien la mayoría de tales estudios adolecen del defecto de no haberse realizado una investigación paralela sobre la composición mineralógica de la fracción arcilla del residuo insoluble de las calizas y dolomías sobre las cuales se asientan los perfiles estudiados.

De las investigaciones realizadas en España pueden citarse los resultados de Muñoz Taboada (1953), que encuentra ilita como mineral

---

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

dominante y caolinita, hematites y cuarzo como minerales accesorios, y los de Raya (1959) relativos a la terra rossa de Sierra Nevada, en la que la illita y caolinita son los componentes esenciales.

En Italia, Cecconi (1954) encuentra illita y caolinita como constituyentes principales de la arcilla de la terra rossa, lo mismo que Rotini (1960), si bien, para este último, la fracción menor de un micra de algunos suelos rojos contiene vermiculita dioctaédrica, derivada muy posiblemente de micas aluminicas.

Según Skoric (1962), la arcilla de la terra rossa de Yugoslavia contiene illita, haloisita y cuarzo.

Para Muir (1951), los constituyentes minerales de la terra rossa de Siria son de naturaleza caolinoide, con algo de cuarzo, hematites y mica.

Sin duda alguna, es la terra rossa de Israel la que más atención ha merecido por diversos investigadores, si bien, en lo que se refiere a la composición mineralógica de sus arcillas, los resultados obtenidos no son demasiado concordantes. Así, para Yaalon (1955), la montmorillonita es mineral dominante, a la que acompañan illita y caolinita. Barshad, Halevy, Gold y Hagin (1956) dan la siguiente composición: montmorillonita, 65 por 100; caolinita, 35 por 100; mica y cuarzo. Para Ravikovich, Pines y Ben-Yair (1958-1960), la arcilla de la terra rossa de Israel contiene, en general, caolinita e illita como más comunes y predominantes, con hematites, cuarzo y, ocasionalmente, montmorillonita. En investigaciones más recientes, Koyumdjiski, Yaalon y Dan (1966) encuentran que en la terra rossa de clima semiárido la montmorillonita es el mineral predominante, con abundante caolinita y menos cuarzo e illita, existiendo una pequeña transformación de los minerales de las rocas, que incluyen montmorillonita o paligorskita y montmorillonita; la alteración afecta esencialmente a la paligorskita, mineral menos estable (Yaalon, Nathan, Koyumdjiski y Dan (1966): en condiciones de clima subhúmedo la destrucción de paligorskita y sepiolita es total y la de montmorillonita es más intensa que en clima semiárido, cambios mineralógicos muy lógicos que contrastan un tanto con la presencia de atapulgita en una terra rossa de Francia, estudiada por Michaud, Cerichelli y Drouineau (1946). Gal (1966), en un estudio muy completo sobre la mineralogía de la terra rossa y de los residuos insolubles de las rocas calizas correspondientes, muestra que dicha arcilla está constituida por montmorillonita, caolinita e illita, en orden de abundancia decreciente, y que los cambios mineralógicos experimentados en la formación de terra rossa han quedado limitados a la transformación de una pequeña parte de illita y montmorillonita en caolinita.

Norrish y Rogers (1956), en su estudio de la terra rossa de Australia, encuentran una mineralogía de arcillas esencialmente determinada por la naturaleza del material no calizo de las rocas calizas y consiste en caolinita e illita, con algo de clorita, hematites y geothita. Radoslovich (1952) pone de manifiesto la presencia de magnetita en la terra rossa de Australia.

Bramao, Cady y Hendricks (1950) se refieren brevemente a la presencia de haloisita en la terra rossa de Portugal.

En un trabajo anterior (Alias y Nieto, 1972) se dio cuenta de las características macromorfológicas y analíticas generales de unas «Terras rossas» del Sureste y Andalucía Oriental.

La presente publicación se refiere a los mismos perfiles tratados en el trabajo anterior citado, y en ella se expondrán los resultados del estudio mineralógico de la fracción arcilla de los distintos horizontes del suelo, así como de las rocas calizas subyacentes, de las que se ha efectuado la extracción de arcilla por disolución de los carbonatos con ácido acético 0,3 M., según preconiza Ostrom (1961).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de las muestras de arcilla se han realizado las siguientes operaciones:

Eliminación de geles de hierro. Se ha seguido el método de Mitchell y Mackenzie (1954).

Saturación con  $Mg^{++}$ . Según describe Jackson (1956).

Saturación con  $K^+$ . Igualmente por el método de Jackson (1956).

Solvatación con etilenglicol. Se han añadido unas gotas de etilenglicol al agregado orientado y eliminación del exceso de etilenglicol tras dos horas de actuación.

Ataque ácido. Como recomiendan Martín Vivaldi y Rodríguez Gallego (1961).

Tratamiento térmico. Se ha seguido el método descrito por Martín Vivaldi y Rodríguez Gallego (1961).

Las muestras se han estudiado mediante difracción de rayos X, siguiendo los métodos de polvo y agregado orientado y operando con radiación  $K\alpha$  del Cu; kV-36; mA-26; filtro de Ni.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el estudio mineralógico de estos suelos los vamos a dividir en dos grupos, según el desarrollo del perfil.

## I. Suelos con perfil tipo A-B-R

## I.1. Horizonte A

La fracción arcilla del horizonte A de estos suelos contiene, entre los silicatos laminares, vermiculita, caolinita e illita.

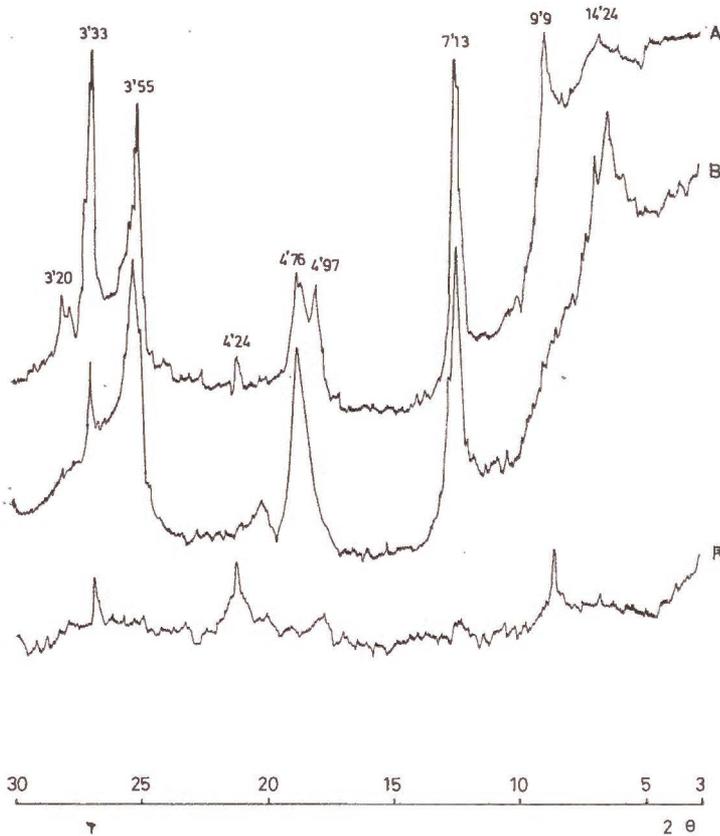


Fig. 1.—Difractograma de arcilla-Mg. Terra Rossa de Padul (Granada).

En efecto, el mineral con espaciados basales a 14,24, 7,16, 4,76, 3,55 y 2,84 Å (fig. 1) debe ser considerado como vermiculita, ya que la intensidad de la reflexión a 3,55 Å es considerablemente menor que la de 7,16 Å, pese a la existencia conjunta de caolinita; por otra parte, confirma la presencia de vermiculita el hecho de que la muestra sometida a calentamiento de 550° C dé un diagrama de rayos X, en el que desaparece el pico a 14 Å y se incrementa la reflexión de 10 Å, y al solvatar

la muestra con etilenglicol no se observa hinchamiento alguno (fig. 2). Esto ocurre en todos los perfiles de este grupo, excepto en los perfiles 10 y 12, en los que al calentar la muestra a  $550^{\circ}\text{C}$ , el pico a  $14\text{ \AA}$  persiste, aunque con menor intensidad, lo que indica la presencia conjunta de vermiculita y clorita.

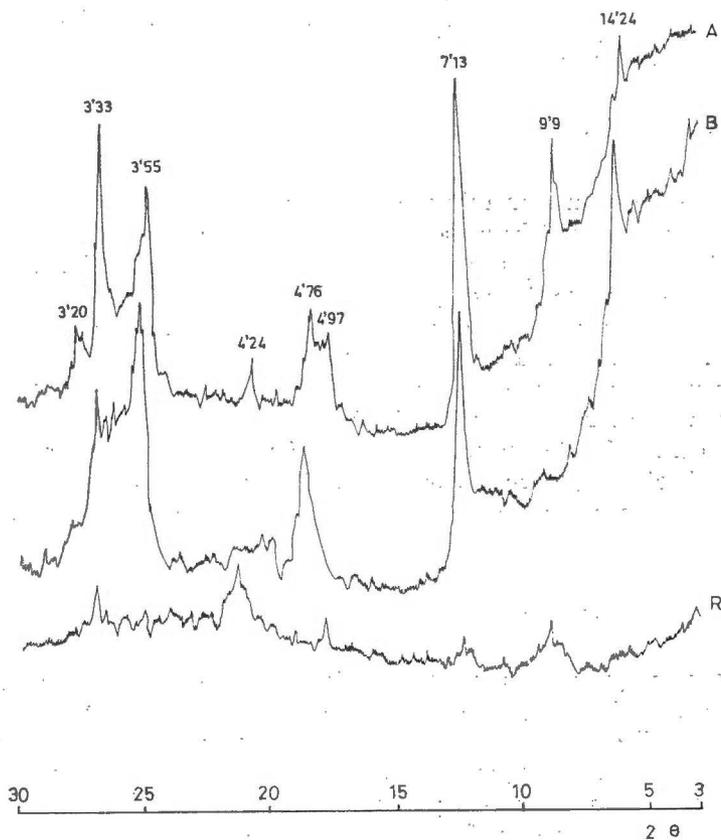


Fig. 2.—Difractograma de arcilla-Mg + E. G. Terra Rossa de Padul (Granada).

Además de estos minerales responsables del espaciado basal a  $14\text{ \AA}$  hay una cierta proporción de caolinita, pues en el diagrama de arcilla previamente sometida a ataque ácido desaparece casi totalmente la reflexión a  $14\text{ \AA}$  y persiste muy neta una reflexión a  $7,20\text{ \AA}$ , reflexión que no existe en los diagramas de muestra calentada a  $550^{\circ}\text{C}$ .

La presencia de illita resulta muy manifiesta, por sus reflexiones a  $9,92$ ,  $4,95$ ,  $3,33$  y  $1,99\text{ \AA}$  de tipo basal, así como por algunas reflexiones de tipo no basal, como las de  $4,47$  y  $2,56\text{ \AA}$  (fig. 1).

Otros minerales no laminares aparecen también como constituyentes de la fracción arcilla de estos horizontes A. Ya en los diagramas de agregado orientado resulta patente la presencia de una cierta proporción de cuarzo, con sus reflexiones más intensas a 4,25 y 3,33 Å, así como feldespatos, tal vez de tipo albita, a juzgar por las reflexiones a 3,19 y 3,22 Å; la presencia de estos minerales no laminares se hace más evidente en los diagramas obtenidos por el método del polvo, lo que, por otra parte, permiten poner de manifiesto la existencia de hematites, goethita y gibsita en la muestra natural.

### 1.2. *Horizonte B*

La composición mineralógica de la fracción arcilla de los horizontes B no presenta diferencias cualitativas con respecto a la del horizonte A. En todos ellos encontramos los mismos minerales que aparecían en el horizonte A, excepto en el perfil 6, en el que, además de la ilita, vermiculita y caolinita, se detecta la presencia de montmorillonita, también presente en la roca caliza subyacente de este suelo. Las diferencias más acusadas las encontramos en las proporciones relativas de estos minerales respecto a las del horizonte A. Así podemos observar que las cantidades de vermiculita y caolinita aumentan considerablemente en este horizonte, mientras que la de ilita es sensiblemente más baja. Respecto a los otros minerales no laminares no se observan diferencias entre éste y el horizonte superior.

### 1.3. *Material original*

Mientras que en los horizontes del suelo existe una analogía muy clara en su mineralogía de arcillas, la composición mineralógica de la fracción arcilla de la caliza subyacente presenta apreciables diferencias con relación a la de aquéllos. De los silicatos laminares de la roca, el que se encuentra en franco predominio es la ilita, siendo éste el principal componente de la fracción arcilla. Acompañando a la ilita se encuentra en proporción menor que en los otros horizontes, la caolinita. En el perfil 6, además de ilita y caolinita, se detecta montmorillonita, y únicamente en uno de los perfiles (núm. 11) se pone de manifiesto la presencia de clorita o vermiculita en la arcilla de la caliza, incluso en mayor proporción que la ilita. En todos los demás perfiles es general la ausencia de vermiculita en la caliza subyacente, mineral que, como hemos señalado anteriormente, se encuentra en todos los horizontes A y B de los suelos estudiados. Respecto a los minerales no laminares, el más general es el cuarzo, siendo sus cantidades muy variables de unas calizas a otras; también es bastante común la goethita y menos los feldespatos. Conviene resaltar la presencia en el perfil 10 de unos minerales que, por sus reflexiones, parecen ser silimanita y cristobalita.

### I.A. Consideraciones edafogénicas

Como puede deducirse de todo lo anterior, las arcillas de los horizontes A y B presentan ciertas diferencias en composición mineralógica con respecto a la arcilla de la roca caliza subyacente. Así, la caolinita, mineral resistente a los agentes de meteorización, pasa a ser un constituyente común en las arcillas de los horizontes A y B, sin que el aumento de la cantidad de este mineral en dichos horizontes sea lo suficientemente apreciable como para permitir suponer que en el proceso edafogénico haya tenido lugar una neoformación de caolinita.

Por lo que respecta a la illita, es el silicato laminar predominante en la arcilla de la roca, pero no así en las arcillas de los horizontes A y B, en el último de los cuales llega casi a desaparecer en algunos casos.

Por el contrario, la vermiculita, ausente en la arcilla de la roca caliza, es el mineral que francamente predomina en la composición mineralógica de los horizontes A y B, y, muy en particular, en el segundo de ellos; se trata, por tanto, de un mineral que se forma en el proceso de edafogénesis que, en parte, puede tener su origen en la transformación illita  $\rightarrow$  vermiculita, ya que, como hemos indicado, la illita es un mineral muy escaso en la arcilla del horizonte B. En consecuencia, se puede suponer que el proceso de edafogénesis ha ido vinculado a una alteración química, cuyo resultado, en un medio próximo a la neutralidad y rico en cationes  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  procedentes de la disolución de la caliza, ha sido la herencia de caolinita de la roca por parte del suelo, así como de la illita, pero con una cierta transformación de esta última en vermiculita, mineral más susceptible de sufrir el proceso de ilimerización, con la consiguiente acumulación en el horizonte B.

Por otra parte, el proceso de edafogénesis vendría caracterizado por una deshidratación acusada de la goethita y formas más hidratadas del hierro, con el consiguiente paso a hematites, y la formación de algo de gibsita, y, tal vez, de cuarzo.

También puede ocurrir que el proceso de formación de la terra rossa fuera acompañado simplemente de una neoformación de caolinita y destrucción parcial de la illita de la roca madre, y que en una anterior evolución de la terra rossa original, bajo las actuales condiciones climáticas, con el consiguiente empardecimiento y terrificación, tenga lugar la degradación de illita a vermiculita. En definitiva, se trata de algo complejo que requiere un estudio más detallado.

## II. Suelos con perfil tipo B. R.

### II.1. Horizonte B

Los silicatos laminares que caracterizan la fracción arcilla del horizonte B de estos suelos son, como en el caso anterior, la illita, vermiculita y caolinita, y sólo excepcionalmente en el perfil 7 encontramos la presencia de montmorillonita. Otros constituyentes son: cuarzo, hematites y, con carácter menos general, gibsita y feldespatos. Es muy digna de resaltar la presencia de boehmita (figs. 3 y 4) en el perfil 3, lo que indica una diferencia en el proceso edafogénico de formación de este suelo, con respecto al que pudiéramos llamar más general, como veremos más adelante.

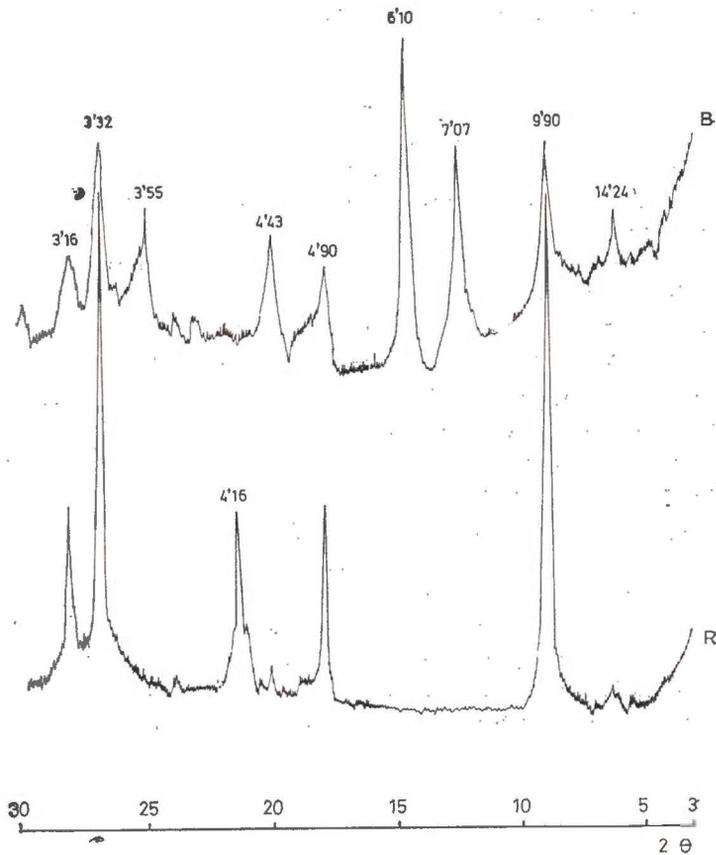


Fig. 3.—Difractograma de arcilla-Mg. Terra Rossa de Castell de Ferro (Granada).

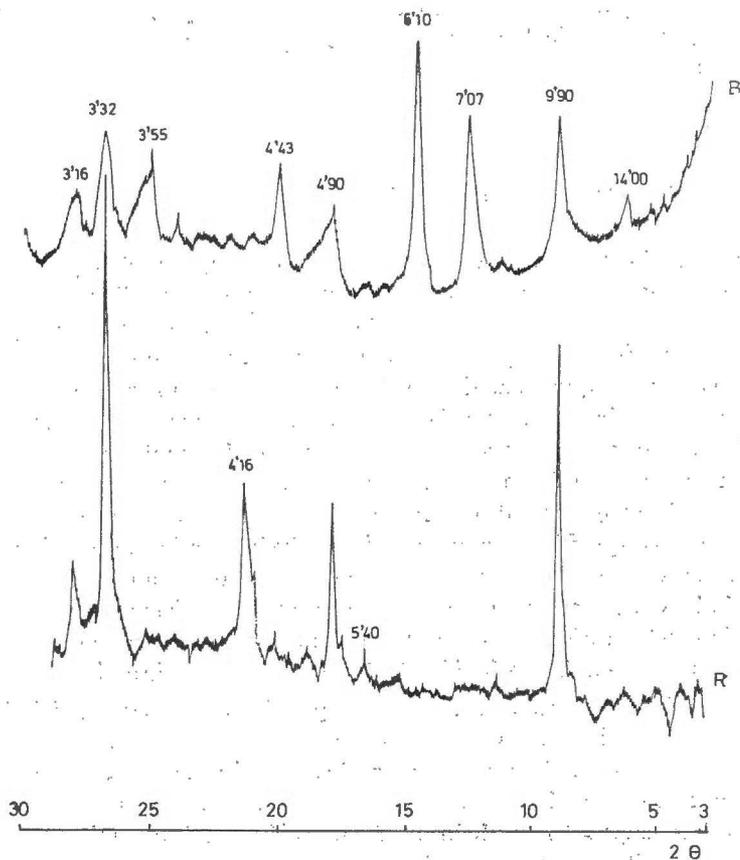


Fig. 4.—Difractograma de arcilla-Mg + E. G. Terra Rossa de Castell de Ferro (Granada).

## II.2. *Material original*

Por lo que concierne a la roca caliza, hay en estos suelos más variabilidad de composición que en los de tipo A-B-R. Así, mientras que en los perfiles 2 y 8 ocurre lo mismo que vimos en el apartado anterior, es decir, que contienen ilita como componente principal y caolinita en pequeña proporción; en los perfiles 3, 7 y 13 no se detecta la presencia de la caolinita, pero sigue siendo ilita el componente silicatado principal. Además de ilita y caolinita, en los perfiles 2 y 13 es manifiesta la presencia de montmorillonita, aunque en pequeña proporción. En ninguno de ellos, excepto en el 13, aparece vermiculita como componente de la fracción arcilla de la caliza. Respecto a los otros componentes, los más

comunes son el cuarzo, goethita y feldespatos. Hay que resaltar que en el perfil 3 no aparece boehmita en este horizonte, que, como vimos anteriormente, es uno de los principales componentes del horizonte B de dicho perfil.

### II.3. Consideraciones edafogenéticas

A partir de todo lo expuesto anteriormente, en el aspecto edafogenético y por lo que se refiere a la mineralogía de arcillas, el resultado del proceso es bastante similar al de los perfiles vistos en el apartado anterior. En efecto, se puede suponer un carácter autóctono de estos suelos por un origen sencillo de los relictos del horizonte B<sub>t</sub> de una terra rossa original a partir de la rosa caliza subyacente (Alias, 1963). La génesis de terra rossa iría acompañada de neoformación de una pequeña proporción de caolinita y destrucción parcial de la ilita o transformación de este mineral a vermiculita o incluso a montmorillonita en algunos casos (perfil 7), aun cuando el bajo grado de estabilidad de estos minerales en las condiciones de alteración química intensa que han debido caracterizar la génesis de terra rossa hace suponer que la formación de vermiculita y montmorillonita puede corresponder a una etapa posterior en la evolución de la terra rossa original.

Las condiciones anteriores no son aplicables al perfil 3, debido a la presencia de boehmita en el horizonte B. La formación de este suelo ha ido acompañada de una intensa destrucción de la ilita de la roca madre y formación de caolinita. Las condiciones de intensa alteración química han supuesto también la destrucción total o casi total de las plagioclasas. Por otra parte, las condiciones de alteración química y lavado han sido tales que no solamente se han perdido en las soluciones de lavado los elementos alcalinos y alcalinotérreos procedentes de la disolución de la caliza y destrucción de las plagioclasas y la ilita, sino también la sílice, condiciones que caracterizan al proceso de laterización, proceso que ha debido ocurrir en alguna época anterior, en concordancia con la presencia de bauxita sobre calizas jurásicas, estudiadas por Alias, Artiz y Rodríguez Gallego (1972). Como consecuencia de estas condiciones laterizantes, que debieron reinar en un período geológico algo más templado y particularmente, más húmedo, se formaría la boehmita, mineral tan abundante en el horizonte B, y, por otra parte la goethita heredada de la roca caliza formaría, en parte, las abundantes concreciones que caracterizan a los suelos de esta región. Bajo las actuales condiciones climáticas es posible que algo de ilita se transforme en vermiculita o clorita, minerales presentes en muy escasa proporción en el horizonte B, y que son muy inestables en condiciones laterizantes.

## RESUMEN

Mediante difracción de Rayos X se estudia la composición mineralógica de la fracción arcilla de trece perfiles representativos de terra rossa pertenecientes a Granada y provincias del Sureste, en relación con las calizas subyacentes.

Existen diferencias cuantitativas y cualitativas entre los horizontes A y B y la roca subyacente. Las arcillas de los horizontes A están compuestas generalmente por illita, caolinita y vermiculita y, además, goethita, hematites y gibsita. En el horizonte B encontramos los mismos minerales, pero estando la illita en menor proporción respecto al A. Al pasar a la caliza las diferencias son más acusadas, siendo la illita el componente principal, acompañándole caolinita y goethita.

A partir de los datos obtenidos se puede asignar a estos suelos un carácter autóctono. En el aspecto edafogenético, y por lo que se refiere a la mineralogía de arcillas, se puede suponer un origen sencillo de estos suelos a partir de la roca caliza subyacente.

*Departamento de Geología. Facultad de Ciencias.  
Universidad de Murcia.*

## BIBLIOGRAFÍA

- ALÍAS, L. J. y NIETO, M. (1972). Contribución al estudio de la terra rossa española. I. Macromorfología y datos analíticos generales. *An. Edaf. y Agrob.*, **31**, 61-75.
- ALÍAS, L. J. (1963). Algunos aspectos de la mineralogía de la terra rossa. *An. Edaf. Agrob.*, **XXII**, núms. 7-8, 277, 191.
- ALÍAS PÉREZ, L. J., ORTIZ SILLA, R. y RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1972). Mineralogía de un yacimiento de Bauxita situado al Norte de Zarzadilla de Totana (Murcia). *Estudios Geológicos*, vol. XXVIII, núms. 2-3, 209-215.
- BARSHAD, I., HALEVY, E., GOLD, H. A. y HAGIN, J. (1956). Clay minerales in some limestone soils from Israel. *Soil Sci.*, **81**, 423-437.
- BRAMAO, L., CADY, J. C. y HENDRICKS, S. B. (1950). The determination of halloysite and its use in study of red soils. *Trans. Int. Congr. Soil Sci. Amsterdam*, **1**, 313.
- CECONI, S. (1954). Clay minerals of mediterranean terra rossa. *Estratto dagli Annali della Sperimentazione Agraria*, Roma.
- JACKSON, M. L. (1956). *Soil chemical Analysis Advanced Course*. Depar. of Soils, Univ. of Wis.
- KOYUMDJISKY, H., YAALON, D. H. y DAN, J. (1966). Red and reddish brown terra rossa in Israel. *Comuns. Conf. Suelos Mediterráneos*, Madrid, 195-201.
- MARTÍN VIVALDI, J. L. y RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1961). Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. I. Chlorite-Kaolinite mixtures. *Clay Min Bull.*, **4**, 288-292.
- MICHAUD, R., CERIGHELLI, R. y DROUINEAU, G. (1946). Sur les spectres de rayons X des argiles extraites de sols Méditerranées. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **222**, 49-95.
- MITCHELL, B. D. y MACKENZIE, R. C. (1954). Removal of free iron oxide from clay. *Soil Sci.*, **77**, 173-184.
- MUIR, A. (1951). Notes on Syrian Soils. *J. Soil Sci.*, **2**, 163-181.
- MUÑOZ TABOADELA, M. (1953). The Clay mineralogy of some Soils of Spain and from Rio Muni (West Africa). *J. Soil Sci.*, **7**, 294-301.
- OSTROM, M. E. (1961). Separation of clay minerals from carbonate rocks by using acid. *J. Sed. Petr.*, **31**, 123-129.
- RAVIKOVITCH, S., PINES, F. y BEN-YAIR, M. (1960). Composition of colloids in the soils of Israel. *J. Soil Sci.*, **11**, 82-91.
- RAYA, J. (1959). Génesis de algunos suelos de Sierra Nevada en relación con la altura, el clima y la vegetación. *Bol. Univ. Granada, Farmacia*, núm. 3, 59-82.

- ROTTI, O. T. (1960). Argiles et terrains argileux d'Italie. Trans. 7th. Intern. Congr. Soil Sci., vol. IV, 395-401.
- SKORIC, A. (1962). Study of clay on some genetical soil types in Yugoslavia Soil Sci., 93, 139-141.
- YAALON, D. H. (1955). Note on the clay mineralogy of the mayor soil types of Israel. Bull. Res. Council. Israel, 58, 168-173.
- YAALON, D. H., NATAAN, Y., KOYUMDJISKI, H. y DAN, J. (1966). Weathering and Catenary differentiation of clay minerals in soils on various parent materials in Israel. Proc. Intern. Clay. Conf. Jerusalem, 1, 187-198; 2, 139-144.

Recibido para publicación: 23-I-76

# ENTISOLES DEL CAMPO DE CARTAGENA (MURCIA)

## CARACTERISTICAS GENERALES Y MINERALOGICAS (\*)

por

L. J. ALIAS y R. ORTIZ SILLA

### SUMMARY

#### ENTISOLES OF THE CAMPO DE CARTAGENA (MURCIA): GENERALS AND MINERALOGICALS CHARACTERISTICS

Following the study of soils from the Campo de Cartagena (Murcia), which only show ochric and mollic epipedons, as well as subsuperficial diagnostic horizons of the cambic, argillic, calcic, and petrocalcic type, and consequently belong to the Entisols (typic Torrifluvents and Torriorthents), Aridisols (xerochreptic and xerollic Camborthids, Calciorthids and Paleorthids), and Mollisols (calciorthidic Haploxerolls and aridic Calcixerolls, and Palaxerolls) Orders, the authors give here account on the results of the macromorphological, analytical, and mineralogical study of a Typic Torriorthent representative of soils developed on miocene and pliocene marls on the northern part of the zone studied.

### INTRODUCCIÓN

En una publicación anterior (Alias y Ortiz Silla, 1975) se describieron las características fisiográficas y ambientales de interés edafogenético del Campo de Cartagena, entre las que conviene destacar sus condiciones climáticas, con una temperatura media anual de 17,5 °C y una precipitación media anual de unos 300 mm., que determinan un régimen de humedad arídico y un régimen de temperatura térmico, así como la naturaleza de sus materiales litológicos, generalmente sedimentarios y estudiados con detalle por Montenat (1973), su vegetación natural de estepa cálida perteneciente a la asociación *Chamaeropo Rhamnetum lycioidis*, actualmente degradada en sumo grado y minu-

---

(\*) Trabajo realizado con ayuda para el fomento de la investigación a la Universidad y Beca de Formación de Personal Investigador.

ciosamente estudiada por Esteve (1972), y su topografía con suave pendiente hacia el Mar Menor, sobre la que tienen lugar fenómenos de arrastre superficial de materiales de cuyos efectos hemos dado cuenta en otro lugar (Ortiz Silla y Alías, 1975).

Iniciamos con éste la publicación de una serie de trabajos en los que se estudian detenidamente los tipos de suelos del Campo de Cartagena, que pertenecen en la clasificación americana de 1973 a los órdenes Entisoles (Torrifluvents y Torriorthents típicos), Aridisoles (Camborthids, Calciorthids y Paleorthids xerochrepticos y xeróllicos, así como Haplargids y Paleargids xerállicos), y Mollisoles (Haploxerolls calciorthídlicos y Calcixerolls y Pallexerolls arídlicos), ya que los únicos horizontes diagnósticos que se reconocen en la zona estudiada son los epipedones ócrico y móllico y los horizontes cámbico, argílico, cálcico y petrocálcico.

A fin de facilitar la localización de los perfiles estudiados y cuyos resultados aparecerán en próximas publicaciones, conviene señalar que la numeración asignada a aquellos perfiles será la misma que aparece en el mapa que acompañamos como figura 1.

#### MÉTODOS EXPERIMENTALES

##### *Carbono orgánico*

Método de Anne (1945), tal como lo describe Duchaufour (1970).

##### *Nitrógeno total*

Método de Kjeldahl descrito por Duchaufour (1970), con ligeras modificaciones que no afectan a la esencia del método, como es la destilación y la valoración simultánea del amoníaco en equipo Bouat-Afora en corriente de aire.

##### *Carbonato cálcico equivalente*

Se ha realizado en calcímetro de Bernard.

##### *Carbonato cálcico activo*

Método de Drouineau (1943).

##### *Valores de pH*

Se han determinado los valores de pH en suspensión de tierra fina con agua destilada y con ClK 1 N, en ambos casos en relación 1:1 y utilizando un pH-metro Beckman Zeromatic SS-3.

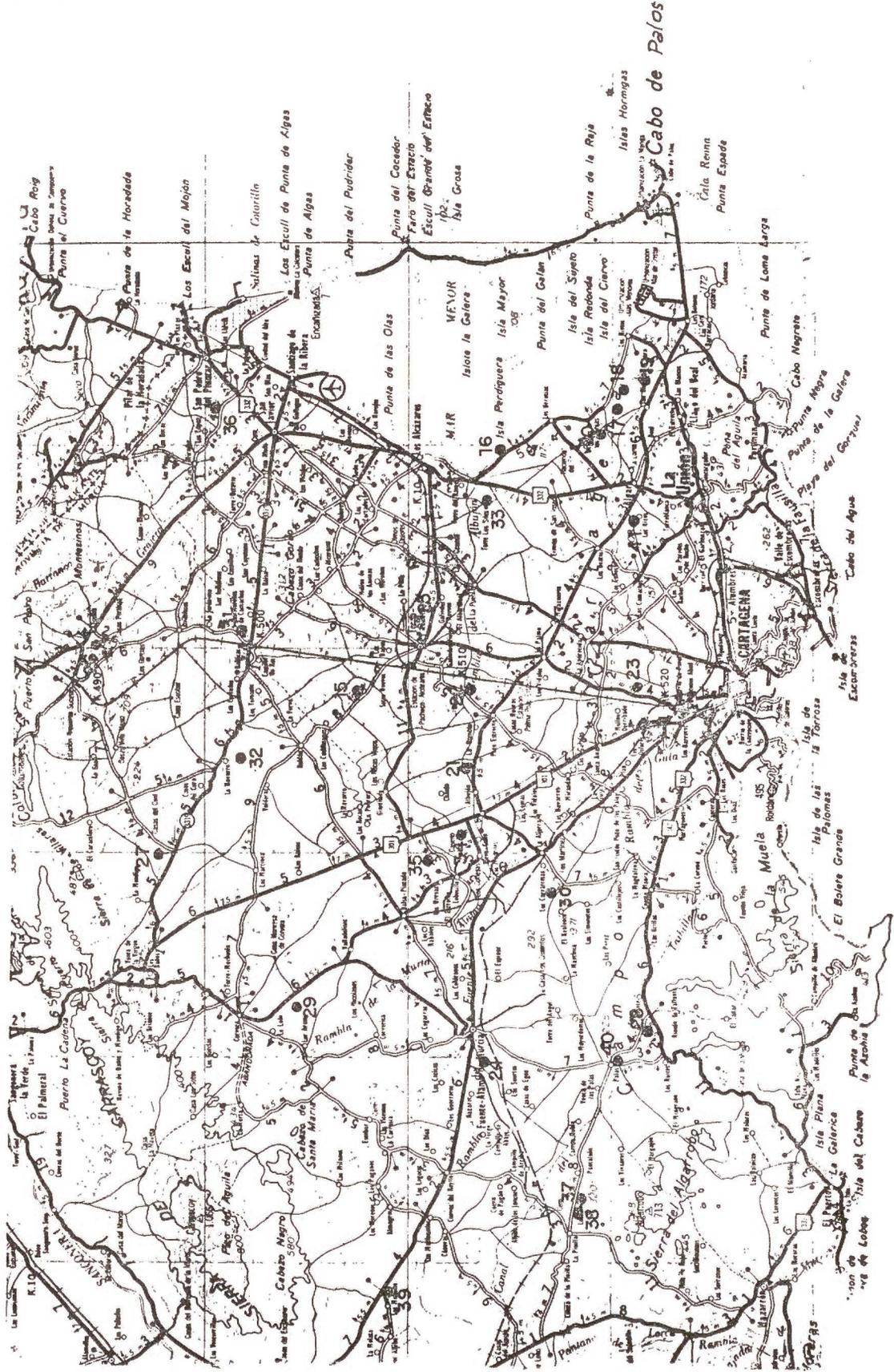


Fig. 1.—Mapa de situación de perfiles.

### *Análisis granulométrico*

Hemos realizado la determinación de la composición granulométrica de la tierra fina con y sin carbonatos, eliminando previamente la materia orgánica con agua oxigenada al 30 por 100. Se ha seguido el método de sedimentación y extracción con pipeta de Robinson para la fracción menor de 50 micras, utilizando como agente dispersante solución de Calgón al 5 por 100. Las fracciones mayores de 50 micras se han separado por tamización. Los resultados de análisis granulométrico que figuran en las tablas entre paréntesis corresponden a la tierra fina desprovista de carbonatos.

### *Conductividad eléctrica del extracto de saturación*

Método descrito por Bower y Wilcox (1965). Hemos utilizado un conductímetro WTW, modelo LBR.

### *Capacidad de cambio e iones cambiables*

Método de Bower-Toujan descrito por Bonfils (1967). Se ha utilizado para efectuar las medidas de sodio y potasio un fotómetro de llama Carl Zeiss, modelo PF-5, y calcio y magnesio en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 300.

### *Extracción de arcilla*

Se ha realizado a partir de la tierra fina tras dispersión de la muestra con Calgón al 5 por 100, una vez destruidos los carbonatos por la técnica recomendada por Ostrom (1961) y eliminada la materia orgánica por el método descrito por Kunze (1965).

### *Mineralogía de arcillas*

Se ha realizado el estudio de la composición mineralógica de la fracción arcilla por difracción de rayos X, saturando previamente con magnesio (Jackson, 1956) y utilizando agregados orientados y sucesivos tratamientos de las muestras con etilenglicol (Brindley, 1966), tratamiento térmico a 550 °C y ataque ácido (Martín Vivaldi y Rodríguez Gallego, 1961). A partir de los difractogramas se ha realizado la identificación de cada uno de los minerales que intervienen en la compo-

sición de la arcilla y seguidamente se ha efectuado una estimación semicuantitativa de estos minerales, utilizando para ello los poderes reflectantes que da Martín Pozas (1968) para las reflexiones basales. La abundancia relativa de cada uno de los minerales viene representada en las tablas correspondientes por un mayor o menor número de cruces, con el siguiente significado:

	Abundancia relativa
+++++	> 75 por 100
++++	50 - 75 por 100
+++	30 - 50 por 100
++	10 - 30 por 100
+	< 10 por 100
?	Indicios

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Existe en el Campo de Cartagena, debido a la falta de evolución y escaso desarrollo de algunos suelos, una amplia zona con perfil de tipo A-C, en la que el epipedón es ócrico y no existe diferenciación de otros tipos de horizontes diagnósticos, en unos casos debido a la naturaleza del material original, margas muy calizas, poco favorable para que adquiera cierto grado la diferenciación del perfil, y en otros casos, debido a tratarse de materiales de aporte reciente, factores a los que se une la erosión relativamente intensa que experimentan estos suelos en superficie, lo cual conduce a un rejuvenecimiento constante de los mismos.

Dentro de los Entisoles se pueden reconocer en los suelos del Campo de Cartagena los subórdenes Fluvents y Orthents. Aparecen Fluvents en ramblas o en zonas próximas a ellas, que reciben aportes sucesivos en intervalos de tiempo tan cortos que impiden el desarrollo del suelo. Están caracterizados por un contenido en materia orgánica que decrece irregularmente con la profundidad y por la presencia de horizontes y capas de granulometría diversa.

Los Orthents se encuentran principalmente al norte del Campo de Cartagena, en las proximidades de la vertiente meridional de la alineación de sierras desde la de Carrascoy a Escalona, desarrollándose a partir de margas miocénicas y pliocénicas. Estos suelos están bajo una vegetación xerofítica muy abierta, por lo que el horizonte A es muy pobre en materia orgánica.

Los suelos formados a partir de margas son muy análogos a los estudiados por Sánchez García (1975) en otras zonas de la provincia y se caracterizan por su homogeneidad de color en todo el perfil, con colores amarillo verdosos (5 Y) en las cartas Munsell, su epipedón ócrico, escaso desarrollo estructural y falta de diferenciación de ningún otro horizonte diagnóstico, ni siquiera de un horizonte cálcico, tan frecuente en los suelos de la zona estudiada.

Como ejemplo de estos suelos damos a continuación la descripción macromorfológica y los resultados analíticos de un Torriorthent típico, muy representativo de la zona de margas.

### Perfil 27

*Localización:* a 250 m. al norte del cruce de la carretera C-3319 (San Javier-Puerto de la Cadena) y la carretera que va a Riquelme y Sucina. Término municipal de Murcia. Pedanía de Baños y Mendigo.

*Topografía:* llanura.

*Pendiente:* 1 por 100.

*Altitud:* 190 m.

*Roca madre:* marga pliocénica.

*Clasificación:* Torriorthent típico.

Horizonte	Prof. cms.	Macromorfología
A	0-10	Color oliva pálido (5 Y 6/3) en estado húmedo y gris claro (5 Y 7/2) en seco. Textura franco arcillo limosa. Estructura laminar gruesa. Algunas raíces finas. Calizo. Límite neto.
AC	10-21	Color oliva pálido a gris oliva claro (5 Y 6/2,5) en estado húmedo y gris claro a blanco (5 Y 7,5/2) en seco. Textura franco arcillo limosa. Estructura masiva con ligera tendencia a laminar gruesa. Escasas raíces finas. Abundantes eflorescencias blancas y cristalitas de yeso. Calizo. Límite gradual.
C1	21-44	Color oliva pálido (5 Y 6/3) en estado húmedo y gris claro a blanco (5 Y 7,5/2) en seco. Textura franco arcillo limosa. Estructura masiva. Calizo. Eflorescencias blancas con cristalitas de yeso. Calizo. Límite gradual.
C2	44-95	Color oliva pálido (5 Y 6/3) en estado húmedo y gris claro (5 Y 7/2) en seco. Textura franco arcillo limosa. Estructura masiva. Abundantes eflorescencias blancas con cristalitas de yeso. Calizo. Límite abrupto.
II C3	+ 95	Color oliva pálido (5 Y 6/3,5) en estado húmedo y amarillo pálido (5 Y 7/3) en seco. Textura franca. Estructura masiva. Calizo.

TABLA I

Resultados analíticos generales de Torriorthents

Horizonte	Prof. cm.	M. Org. %	C. Org. %	N %	C/N	% CO <sub>2</sub> Ca		C. E. mmhos/cm.	pH	
						Equiv.	Act.		H <sub>2</sub> O	ClK
A	0 - 10	0,94	0,55	0,076	7,24	48,8	13,87	2,39	8,10	7,50
AC	10 - 21	0,83	0,48	0,068	7,06	49,4	14,25	3,32	8,08	7,50
C <sub>1</sub>	21 - 44	0,34	0,20	0,032	6,25	50,2	13,27	4,35	8,25	7,65
C <sub>2</sub>	44 - 95	0,32	0,39	0,033	5,75	50,1	14,37	4,40	8,10	7,55
IIC <sub>3</sub>	+ 95	0,31	0,18	0,032	5,62	50,2	10,37	4,23	8,20	7,70

Resultados de análisis granulométrico (%)

Horizonte	< 2	2 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 250	250 - 500	500 - 1000	1000 - 2000 $\mu$
A	29,61 (21,07)	17,83 (6,09)	44,47 (14,35)	4,48 (1,85)	2,77 (1,71)	0,35 (0,22)	0,25 (0,12)	0,18 (0,00)
AC	33,90 (19,49)	17,60 (3,76)	44,71 (20,47)	2,68 (1,48)	0,93 (1,19)	0,19 (0,06)	0,12 (0,06)	0,00 (0,00)
C <sub>1</sub>	31,30 (15,32)	12,64 (2,50)	44,06 (18,85)	9,21 (3,93)	2,57 (1,77)	0,06 (0,68)	0,05 (0,02)	0,09 (0,02)
C <sub>2</sub>	29,44 (21,32)	11,09 (3,34)	56,43 (17,06)	1,93 (1,11)	0,88 (0,50)	0,09 (0,09)	0,05 (0,04)	0,00 (0,00)
IIC <sub>3</sub>	7,66 (11,59)	9,76 (2,13)	35,02 (10,10)	17,34 (4,26)	18,03 (13,30)	1,44 (1,32)	0,43 (0,27)	0,26 (0,11)

Complejo de cambio (meq/100 grs.) de Torriorthents

Hor	Ca	Mg	K	Na	S	T
A	8,89	3,01	0,12	0,38	13,40	14,05
AC	11,08	2,42	0,75	0,55	14,80	15,85
C <sub>1</sub>	10,31	1,42	0,32	0,36	12,41	11,82
C <sub>2</sub>	8,42	3,23	0,67	0,77	13,09	14,65
IIC <sub>3</sub>	9,65	0,60	0,47	0,56	11,28	10,98

## DATOS ANALÍTICOS GENERALES

Como se aprecia en la tabla I, el contenido en materia orgánica es inferior al 1 por 100 en superficie y decrece regularmente en profundidad. La relación C/N es también poco elevada, pues apenas excede de siete en los horizontes superficiales. Todos los horizontes del perfil tienen un elevado y homogéneo contenido en carbonato cálcico equi-

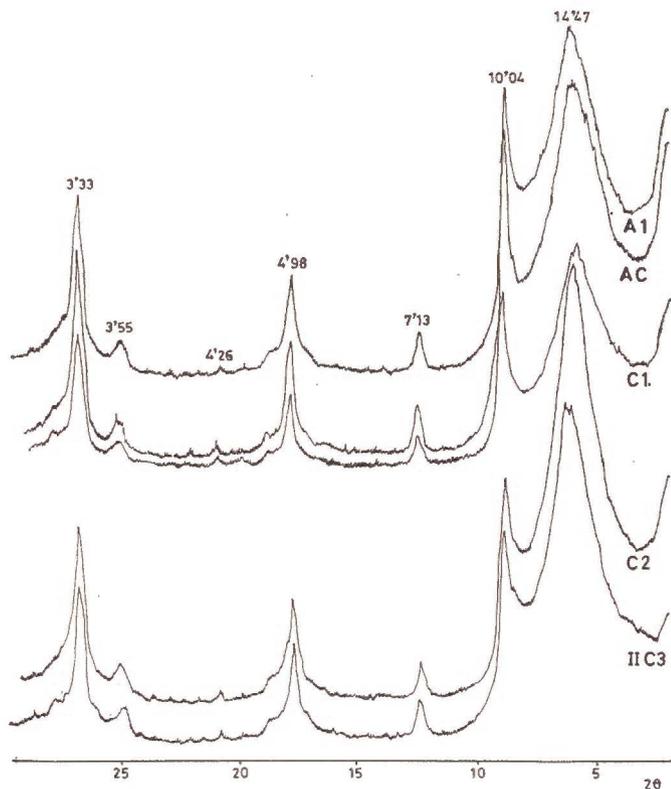


Fig. 2.—Difractogramas de rayos X de A. O. de arcillas Mg. Torriorthent típico.

valente, cercano al 50 por 100, que disminuye ligeramente en los horizontes superiores. La conductividad eléctrica sobrepasa los 2 mmhos/cm., aumenta en profundidad y es debida a la presencia de yeso, como indican las eflorescencias blancas que aparecen en la mayor parte del perfil, en las que pueden reconocerse los cristallitos de yeso con la lupa. La disminución del contenido de carbonato cálcico equivalente

y de la conductividad eléctrica es horizontes superiores parece ser debida a lavados laterales superficiales más que a un lavado vertical, dada la escasez de precipitaciones, la relativa impermeabilidad del material original y la importancia de los fenómenos de erosión superficial a que antes se ha aludido.

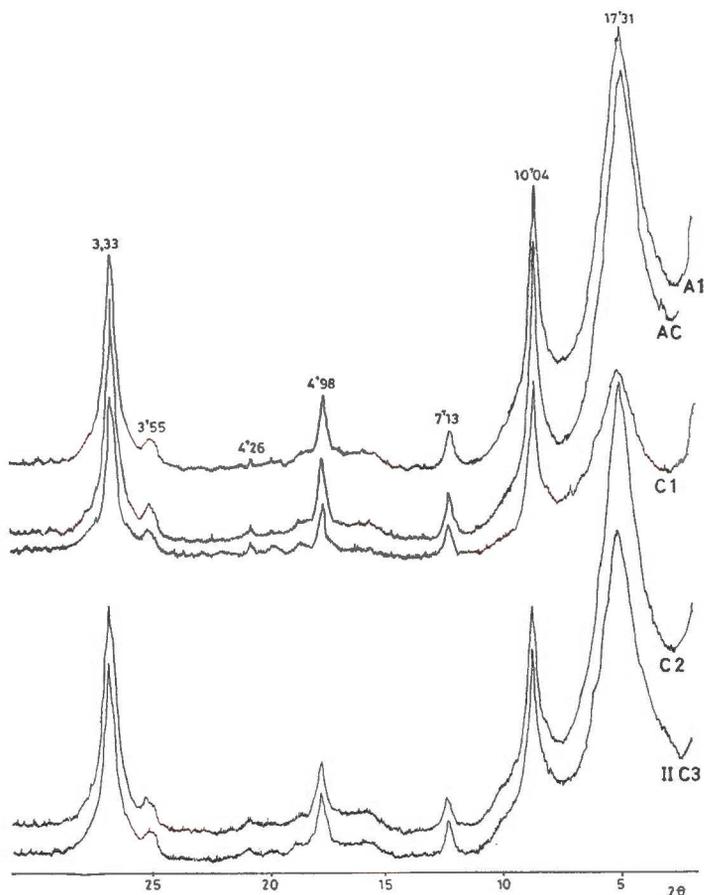


Fig. 3.—Difractogramas de rayos X de A. O. de arcillas Mg-E. G. Torriorthent típico.

De acuerdo con los contenidos en carbonato cálcico equivalente y activo, los valores de pH en agua son superiores a ocho. Estos suelos se encuentran totalmente saturados, siendo el calcio el catión de cambio dominante.

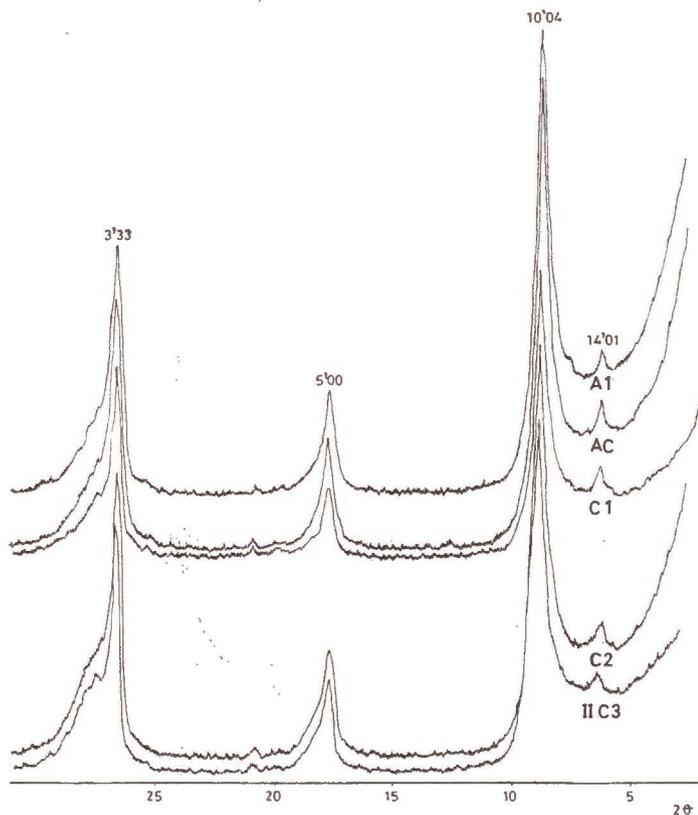


Fig. 4.—Difractogramas de rayos X de A. O. de arcillas Mg-550° C. Torriorthent típico.

#### MINERALOGÍA DE ARCILLAS

Los suelos del orden Entisoles, desarrollados a partir de margas, tienen una composición mineralógica de la fracción arcilla muy homogénea, como se indica en la tabla II, y puede observarse en los difractogramas de rayos X que reproducen las figuras 2, 3 y 4.

TABLA II

*Composición mineralógica de la arcilla de Torriorthent típico*

Horizonte	Ilita	Montmor.	Caolinita	Clorita	Otros minerales
A	+++	++++	+	+	Cuarzo
AC	+++	++++	+	+	Cuarzo
C <sub>1</sub>	+++	++++	+	+	Cuarzo
C <sub>2</sub>	+++	++++	+	+	Cuarzo
IIC <sub>2</sub>	+++	++++	+	+	Cuarzo

El silicato laminar más abundante es la montmorillonita, a la que sigue la ilita y en muy escasa proporción la caolinita, clorita y cuarzo, sin que se observen diferencias entre unos horizontes y otros, como corresponde al muy escaso grado de evolución de estos suelos.

## CONCLUSIONES

En los suelos del Campo de Cartagena se reconoce la presencia de epipedones ócrico y mólico y horizontes diagnósticos de tipo cámbico, argílico, cálcico y petrocálcico y en consecuencia pertenecen a los órdenes Entisoles (Torrifluvents y Torriorthents típicos), Aridisoles (Camborthids, Calciorthids y Paleorthids xerochrépticos y xerólicos, así como Haplargids y Paleargids xerálicos) y Mollisoles (Haploxerolls calciorthídicos y Calcixerolls y Paleixerolls arídicos).

Los suelos del orden Entisoles tienen un perfil de tipo A-C, con horizontes muy escasamente diferenciados. Son suelos muy pobres en materia orgánica muy bien humificada y tienen un elevado y homogéneo contenido en carbonato cálcico en todo el perfil. El mineral predominante en la fracción arcilla es la montmorillonita, seguida de la ilita y en bastante menor proporción caolinita, clorita y cuarzo.

*Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Murcia.  
Sección de Génesis y Tipología de Suelos. C. E. B. A. S. Murcia.*

## BIBLIOGRAFÍA

- ALÍAS, L. J. y ORTIZ SILLA, R. (1975). Características fisiográficas y ambientales de interés edafogenético del Campo de Cartagena (Murcia). An. Inst. Bot. J. A. Cavanilles, 32 (2), 1021-1037.  
ANNE. (1945). Ann Agro., 2, 161-172.

- BONFILS, P. (1967). Méthodes d'analyses des sols. Centre de Recherches Agronomiques du Midi, núm. 91, 49-50.
- BOWER-TOUJAN. (1967). Capacité d'échange. Méthodes d'analyses des sols. Centre de Recherches Agronomiques du Midi, núm. 91, 49-50.
- BOWER-TOUJAN. (1967). Elements échangeables. Méthodes d'analyses des sols. Centre de Recherches Agronomiques du Midi, núm. 91, 64-67.
- BOWER, C. A. y WILCOX, L. V. (1965). Soluble salts. Methods of soil analysis. Part. 2. 936-940. American Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin.
- BRINDLEY, G. W. (1966). Ethilenglicol and glycerol complexes of smectites and vermiculites. Clay Minerals, 6-119.
- DROUINEAU, G. (1943). Ann. Agro., 1, 16-18.
- DUCHAUFOUR, P. (1970). Précis de Pedologie. Masson et Cie., Paris.
- ESTEVE CHUECA, F. (1972). Vegetación y flora de las regiones central y meridional de la provincia de Murcia. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia.
- JACKSON, M. L. (1956). Soil Chemical analysis. Advance course. Department of soils.. Univ. of Wis. Madison, 6, Wisconsin.
- KUNZE, G. W. (1965). Pretreatment for mineralogical analysis. Methods of soil. analysis. Part. I, 573-574. American Society of Agronomy Ind., Madison, Wisconsin.
- MARTÍN POZAS, J. M. (1968). Análisis cuantitativo de filosilicatos de la arcilla por difracción de rayos X. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- MARTÍN VIVALDI, J. L. y RODRÍGUEZ GALLEGU, M. (1961). Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. I. Chlorite-Kaolinite mixtures. Clay Min. Bull. Vol. 4, núm. 26, 288-292.
- MARTÍN VIVALDI, J. L. y RODRÍGUEZ GALLEGU, M. (1961). Some problems in the identification of clay minerals in mixtures by X-ray diffraction. II. Chlorite swelling chlorite and montmorillonite mixture. Clay Min. Bull., vol. 4, núm. 26, 293-298.
- MONTENAT, G. (1973). Les formations neogenes et quaternaries du Levant espagnol. Tesis doctoral. Paris.
- ORTIZ SILLA, R. y ALÍAS, L. J. (1975). Efectos de los fenómenos de arrastre superficial de materiales en los suelos del Campo de Cartagena (Murcia). Trabajo presentado II Reunión Nacional del Grupo de Trabajo del Cuaternario. Jaca (Huesca). (En prensa.)
- OSTROM, M. E. (1961). Separation of clay minerals from carbonate rocks by using acid. Jour. Sed. Petr., 31. 1, 123-129.
- SÁNCHEZ GARCÍA, G. (1975). Suelos de margas miocénicas de Murcia: Mineralogía, génesis y clasificación. Tesis doctoral. Granada.
- SOIL TAXONOMY. (1973). National Cooperative soil survey. Washington D. C.

Recibido para publicación: 23-I-76.

# ESTUDIO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DE VARIEDADES DE ALMENDRA DEL SURESTE ESPAÑOL

por

F. ROMOJARO, J. E. GARCIA y F. J. LOPEZ ANDREU

## SUMMARY

### STUDY ABOUT THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE SOME VARIETIES OF SWEET ALMONDS IN SOUTHEASTERN SPAIN

Sweet almonds crops in the Spanish South-East begins to acquire a great interesting, because it the future plantations should be carried out principally considering the selection of varieties to obtain the best results in yield and quality.

In this study the most suitable chemical characteristics are analyzed regarding the quality of seven varieties of sweet almonds (Desmayo, Ramillete, Garriguez, Colorada, Del Cid, Marcona y Peraleja), from several representative zones of this region.

The results obtained show that the varieties studied present a chemical composition similar to that found in another countries where they play a principal role in the commerce of this fruit.

The varietal characteristics has a certain influence on the almond composition, and they are some differences in the results concerning to seed yield, fat content and mineral composition.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se aprecia un ritmo creciente en la expansión del cultivo del almendro en el sureste español, debido a que presenta facetas tan interesantes como rentabilidad, fácil almacenamiento de la producción y, sobre todo, como materia prima de variados productos industriales.

La puesta en marcha de futuras plantaciones deberá atender, además de los factores edafo-climáticos más idóneos, a la selección de variedades que permitan producciones óptimas y adecuadas a sus diferentes posibilidades de utilización.

Independientemente de su consumo directo, son numerosas las industrias que emplean la almendra como materia prima en la fabricación

de un gran número de elaborados. Destacan por su importancia las industrias del turrón y derivadas, calculándose que para 1975 utilizarán aproximadamente 10.500 Tm. de pepita, lo que supondría el 17,5 por 100 de la producción nacional esperada. Asimismo en farmacología y cosmética son también muy estimables algunos de sus derivados, como la leche y el aceite de almendra, que por sus variadas propiedades han alcanzado una gran difusión.

Si la determinación de parámetros representativos de la calidad de los productos agrícolas presenta dificultades que hasta el momento no han podido solucionarse de forma satisfactoria, en el caso de la almendra nos encontramos ante una problemática todavía más compleja, derivada como dice López Ritas, 1973, de la necesidad de emplear para cada uno de los destinos de la producción un tipo específico definido.

Ante estas circunstancias hemos creído conveniente adoptar el criterio de Coyc, 1964, que implica la sustitución del atributo calidad, en aquellos casos que no pueda definirse de forma concreta, por el establecimiento de la «composición química», que permite obtener un amplio conocimiento del valor alimenticio y de las posibles aplicaciones del material vegetal en estudio.

La escasez de productos protéicos que sufre un gran número de países subdesarrollados ha motivado que numerosos investigadores, como Cowar, 1963; Hall, 1972; González, 1972, analicen el valor nutritivo, así como la calidad de la fracción protéica de la almendra (Barre, 1953, González, 1972), con objeto de utilizarla como complemento en la dieta alimenticia.

Son, por el contrario, escasos los trabajos de investigación que abordan el estudio de la composición química del fruto y la influencia que sobre la misma tienen factores tan característicos como variedad, ecología y cultivo.

Casares, 1952, realiza un estudio químico-bromatológico sobre almendras dulces procedentes de diversas regiones españolas, aunque sin especificar las variedades analizadas, y recomienda la ampliación del área de su cultivo, ya que la calidad de nuestros frutos es superior a la encontrada en otros países.

González, 1972a, pone de manifiesto que la composición química de la almendra es muy variable, dependiendo de la variedad, condiciones edafo-climáticas y grado de madurez. En este sentido Souty, 1971, 1973, estudia comparativamente los caracteres físico-químicos de las principales variedades cultivadas en Francia, mostrando que existe una gran variabilidad en la mayoría de sus constituyentes. Por el contrario, afirma que las zonas de procedencia y las prácticas de cultivo influyen ligeramente, a excepción de casos extremos, en la composición, si bien se aprecia que determinadas variedades son más sensibles que otras a las condiciones del medio.

Las sensibles diferencias que se aprecian al comparar los datos rela-

tivos a las características de estos frutos, hacen imprescindible la necesidad de particularizar los estudios sobre la composición química. A este fin presentamos los resultados obtenidos sobre siete variedades de almendra procedentes de parcelas situadas en zonas representativas de su cultivo en Murcia.

#### CONDICIONES EXPERIMENTALES

En la tabla I especificamos las variedades seleccionadas, así como lugar de procedencia y textura de los suelos, con el fin de delimitar al máximo las condiciones de la experiencia.

TABLA I

Variedad	Procedencia	Textura del suelo
Desmayo.....	San Cayetano (Campo de Cartagena) .	Franco-arcillosa
Ramillote .....	Valderas (Campo de Cartagena) .....	Franca
Garriguez .....	Totana .....	Franca
Colorada.....	Totana .....	Franca
Del Cid .....	Pliego.....	Franca
Marcona .....	Totana .....	Franca
Peraleja.....	Valderas (Campo de Cartagena) .....	Franca

Las parcelas seleccionadas, situadas en zonas de regadío restringido —uno o dos riegos al año— en función del régimen pluviométrico, se sometieron a prácticas de cultivo, fertilización y tratamientos fitosanitarios adecuados y muy similares.

En cada una de las parcelas se escogieron árboles fisiológicamente normales en su desarrollo, injertados sobre francos procedentes de semilla amarga y con edades comprendidas entre siete y diez años. Las producciones de años anteriores pueden considerarse asimismo normales.

#### *Toma y preparación de la muestra*

La toma de muestra se realizó en el momento de la recolección de la cosecha, muestreándose cien frutos de cada una de las variedades.

Una vez en el laboratorio las almendras se trataron de acuerdo con las normas establecidas por Gall, 1969, y se almacenaron durante un mes antes de proceder a su análisis.

Las determinaciones analíticas se efectuaron sobre los cotiledones

escaldados durante tres minutos a baño maría para separar el tegumento y posteriormente desecados en estufa hasta peso constante a 105° C. Para el cálculo del rendimiento del cotiledón se procedió a un secado a temperatura ambiente durante seis horas, para eliminar el agua retenida en su superficie como consecuencia del escaldado.

### *Técnicas analíticas*

#### *Humedad*

En estufa a 105° C, hasta peso constante.

#### *Contenido en aceite*

Extracción en aparato Soxhlet, según condiciones descritas por Casares, 1952.

#### *Cenizas*

Calcinación a 525° C. A. O. A. C., 1970.

#### *Nitrógeno*

Mineralización según método Kjeldahl.

#### *Elementos minerales*

Disgregación por vía húmeda, recogiendo el residuo en CIH 6 N, y determinando los elementos de acuerdo con los siguientes métodos:

#### *Fósforo*

Lectura espectrofotométrica según método de Kitson y Mellon, 1944.

#### *Sodio y potasio*

Fotometría de llama.

#### *Hierro, magnesio, manganeso y cinc*

Espectrofotometría de llama por absorción atómica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla II se recogen los pesos medios de las distintas partes del fruto de cada variedad, que nos permiten calcular los rendimientos en pepita y cotiledón.

TABLE II  
*Características físicas*

V a r i e t a d	Peso medio (gramos)				Rendimientos %	
	Almendra-cáscara	Pepita	Cotiledón (1)	Tegumento	Partido	Pelado (2)
Desmayo ... ..	3,53	1,08	1,03	0,05	29,2	94,9
Ramillete ... ..	4,10	1,32	1,23	0,08	30,1	93,6
Garriguez ... ..	5,96	1,71	1,66	0,05	27,8	96,7
Colorada ... ..	3,37	1,12	1,07	0,05	31,7	95,5
Del Cid ... ..	5,42	1,17	1,13	0,04	20,8	96,1
Marcona ... ..	5,01	1,25	1,18	0,07	23,5	94,3
Peraleja ... ..	4,42	1,27	1,19	0,08	26,9	93,7

(1) Secado al aire durante seis horas.

(2) Rendimiento de cotiledón respecto a pepita.

Las producciones de almendra-cáscara de los árboles muestreados oscilan entre 8-10 kg/árbol para Desmayo, Ramillete y Colorada, y 12-14 kg/árbol en el caso de Peraleja, Del Cid, Marcona y Garriguez. Estos resultados son concordantes con los señalados en la bibliografía. Así Gall, 1973, señala para árboles de nueve años una producción de 15 kg/árbol para Marcona, oscilando el resto de las variedades de cáscara dura, todas ellas de procedencia francesa, entre 4,8 y 13,7 kg/árbol. Considerando que estos resultados se obtuvieron en una plantación experimental del I. N. R. A., cerca de Nimes, bajo condiciones de cultivo idóneas, se pone de manifiesto que tanto la zona como el material seleccionado son adecuados para realizar un estudio de estas características.

Los rendimientos en pepita presentan una gran variación, oscilando entre el 20,8 por 100 y el 31,7 por 100. Estos resultados, similares a los obtenidos por Souty en 1971, ponen de manifiesto el mantenimiento de esta característica, ya que para las cinco variedades de cáscara dura que analiza, los rendimientos en pepita oscilan entre el 21 y el 28 por 100. Se advierte además que para variedades de procedencia española cultivadas en diversas zonas de Francia, encuentra valores análogos a los

obtenidos por nosotros, mostrando asimismo mejores rendimientos la variedad Desmayo que la Marcona.

Al destinarse fundamentalmente la producción de almendra a la fabricación de turrone y derivados, es de gran interés para el industrial obtener elevados rendimientos en cotiledón, pues la piel o tegumento presenta en la actualidad escaso o nulo valor, empleándose en ocasiones como complemento en la nutrición animal.

El rendimiento en tegumento presenta una variación moderada, oscilando entre el 3,3 y 6,4 por 100, siendo las variedades Garriguez y Del Cid las que poseen un contenido de piel menor, mientras que los más elevados corresponden a las variedades Ramillete y Peraleja.

En la tabla III se expresan los valores medios de las características químicas. Del análisis comparativo de sus resultados se desprende, en primer lugar, que no existen diferencias acusadas en el contenido de humedad, siendo Ramillete la que presenta el valor más bajo con un 4,9 por 100, mientras que Del Cid alcanza el más elevado con un 6,8 por 100.

TABLA III

*Características químicas*

V a r i e d a d	Humedad %	Grasa %	Nitrógeno total %	Prot. bruta N x 5,18
Desmayo ... ..	5,0	58	3,7	16,4
Ramillete ... ..	4,9	50	3,9	20,2
Garriguez ... ..	6,4	52	5,2	26,9
Colorada ... ..	5,1	56	3,6	18,6
Del Cid ... ..	6,8	53	3,8	19,7
Marcona ... ..	5,4	53	4,7	24,3
Peraleja ... ..	5,4	51	4,0	20,7

La crisis mundial de recursos protéicos está motivando cambios profundos en el destino de la producción de almendra, ya que numerosos países empiezan a utilizarla como complemento en la dieta alimenticia de sus habitantes. Esta circunstancia ha dado lugar a que el nivel de nitrógeno sea considerado en la actualidad como uno de los índices más representativos de la calidad de estos frutos, ya que permite fijar, aproximadamente, el contenido en proteína bruta.

El contenido de nitrógeno total presenta escasas discrepancias, fluctuando entre el 3,6 y el 5,2 por 100, con un valor medio del 4,1 por 100. Estos resultados son del mismo orden que los encontrados por Souty para variedades de cáscara dura, incluso similares a los indicados para variedades de origen español. Así para Desmayo y Marcona, cultivadas en Francia, se obtiene un 4,3 y 4,7 por 100, respectivamente, y para

Marcona, recolectadas en diversas zonas de nuestro país, un valor medio de 4,3 por 100.

Sin embargo, Casares y Ritas obtienen promedios inferiores al 2,9 por 100, al analizar almendras cultivadas en el levante español. Esta diferencia puede tener su origen en una falta de uniformidad del material utilizado en sus investigaciones, ya que no consideran ninguno de los factores agronómicos que inciden en la composición del fruto, ni prestan una atención especial a la variedad utilizada.

Los resultados en proteína bruta obtenidos varían entre 16,4 y 26,9 por 100, con un contenido medio de 20,9 por 100, lo que indica sus enormes posibilidades como fuente de proteína vegetal. Es preciso señalar que el valor encontrado para la variedad Garriguez no es totalmente representativo de su contenido real de proteína, pues presenta un ligero sabor amargo indicativo de la presencia de sustancias cianógenas, cuyo nitrógeno no protéico es considerado como tal cuando se determina la proteína a partir del contenido total.

La existencia de compuestos tóxicos ha sido detectada por Rochetti, 1948, y Mc Curtys y col., 1952, en ciertas variedades de almendras dulces, y aunque otros autores, como Cowan y col., 1963, afirman no haber encontrado factores tóxicos en almendras por ellos investigadas, sería necesario efectuar en nuestro país una investigación sistemática que permita seleccionar las variedades españolas exentas de sustancias tóxicas y cuya utilización en nutrición humana puede garantizarse plenamente.

Tal y como era previsible, la fracción presente en mayor proporción es la lipídica, que alcanza en todos los casos porcentajes superiores al 50 por 100. Este elevado contenido de grasas hace de la almendra un alimento energético excelente, recomendando su uso para el aumento total calórico de la dieta, sin contribución a la formación de colesterol en sangre, debido fundamentalmente a que en su composición predominan los ácidos grasos insaturados oleico (78 por 100) y linoleico (18 por 100), según trabajo de Cowan y col., 1963.

En la tabla IV hemos recogido la composición mineral y el contenido en cenizas de las diferentes variedades. De acuerdo con los valores encontrados, se advierte que la almendra es una excelente fuente de bioelementos, siempre de gran interés en la nutrición.

Destaca en primer lugar, los elevados niveles de potasio, catión esencial y preponderante del medio celular, donde participa activamente en el mantenimiento de su normal hidratación y en procesos metabólicos tan característicos como absorción glucídica y síntesis proteica. Es interesante resaltar que la presencia simultánea de cantidades muy bajas de sodio y altas de potasio, confieren a estos frutos ciertas propiedades nutritivas que los hacen apropiados en determinados regímenes dietéticos. En efecto, el metabolismo de este ión se encuentra íntimamente

TABLA IV  
Composición mineral

Variedad	mg/100 gr									Cenizas %
	K	Ca	P	Mg	Na	Mn	Fe	Cu	Zn	
Desmayo ... ..	594	197	586	222	4,6	1,3	3,9	1,2	3,8	3,16
Ramillete ... ..	622	224	622	256	8,8	1,5	3,6	1,0	3,9	3,33
Garriguez ... ..	750	250	665	350	5 0	1,3	5,0	1,5	4,1	3,86
Colorada ... ..	579	201	503	236	8,2	1,9	4,5	1,3	4,1	3,00
Del Cid ... ..	873	274	503	241	9,7	1,8	3,7	1,1	3,2	3,66
Marcona ... ..	618	255	529	236	11,2	1,7	2,9	1,4	3,4	3,49
Peraleja ... ..	544	222	544	207	13,4	1,5	5,3	1,2	4,1	3,00

ligado al del potasio, haciendo posible un equilibrio dinámico fundamental para el normal funcionamiento del organismo.

La concentración de fósforo es similar a la del potasio, mientras que las de magnesio y calcio son ligeramente inferiores a la mitad. Para considerar los contenidos medios de este último catión, es necesario conocer a qué compuestos se encuentra ligado, por ser los responsables de su mayor o menor asimilación. Según Souty, sólo una parte del calcio presente en la almendra puede ser utilizado por el organismo, al encontrarse el resto precipitado por la vacuola del fruto como oxalato.

La totalidad de oligoelementos se encuentran en cantidades muy inferiores, no sobrepasando ninguno los 5 mg/100 g. A pesar de ello, sus aportes no pueden calificarse como escasos, ya que las necesidades de estos nutrientes oscilan sobre los 10 mg. por persona y día.

De acuerdo con la significación obtenida a través de los coeficientes de regresión, expuestos en la tabla V, se observa que son válidas las correlaciones ceniza-suma de bioelementos, cenizas-(K + P + Ca) y cenizas-K, mientras que el fósforo y el calcio no guardan relación alguna con el contenido en cenizas.

TABLA V

Relación	Ecuación	Coefficiente de regresión	Nivel de significación %
Cenizas - $\Sigma$ Bioelementos ..	$Y = 563 x + 183,8$	0,910	1
Cenizas - (K + P + Ca),...	$Y = 465 x + 127,5$	0,904	1
Cenizas - Potasio.....	$Y = 347,7 x + 503$	0,854	1
Cenizas - Fósforo.....	$Y = 62,4 x + 341$	0,303	—
Cenizas - Calcio.....	$Y = 55 x + 34,4$	0,107	—

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que las variedades españolas presentan, por lo general, una composición química similar a la encontrada por diversos investigadores para las procedentes de países con gran tradición en el cultivo de este fruto. Es interesante resaltar que esta similitud de características presenta una mayor importancia al tratarse de variedades que, con excepción de Marcona y Desmayo, han recibido hasta el momento escasa atención, llegándose incluso a denominarlas comercialmente de forma global como «almendra comuna», lo que implica una cotización menor en su comercialización e industrialización.

Consideramos, por tanto, que esta situación no se ajusta a la realidad y sugerimos que se deben diferenciar comercialmente estas variedades

con el fin de que cada una de ellas adquiriera la importancia necesaria que les permita una mayor difusión.

#### RESUMEN

El cultivo del almendro en el sureste español está destinado a adquirir una nueva dimensión, y las futuras plantaciones deberán realizarse, fundamentalmente, atendiendo a la selección de la variedad que permita la obtención de óptimas producciones en calidad y rendimiento.

En este trabajo se analizan producción, rendimiento y características químicas más idóneas en cuanto a calidad de siete variedades de almendra (Desmayo, Ramillete, Garriguez, Colorada, Dei Cid, Marcona y Peraleja), procedentes de parcelas situadas en las zonas representativas de su cultivo en esta región.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las variedades investigadas presentan una composición química similar a la encontrada para almendras procedentes de países que ocupan un lugar preferente en el mercado mundial.

La característica varietal tiene una cierta influencia en la composición, habiéndose encontrado diferencias al comparar los valores relativos a rendimiento en pepita, contenido en grasa y composición mineral.

*Sección Química Vegetal.  
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY (1970). Official Methods of Analysis. Ed. W. Horwitz, Washington.
- BARRE, R. (1953). Some physiochemical properties of the proteins of almonds. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 35, 899-906.
- CASARES, R., LÓPEZ HERRERA, C. (1952). Estudio bromatológico de las almendras dulces españolas. *Anal. Brom.*, 4, 71-85.
- COYC, J. (1964). L'influence de la nutrition mineral sur la valeur alimentaire et technologique des récoltes. *Journé d'études sur la qualité des produits alimentaires.* Ed. C. N. R. A., Versailles, 46-48.
- COWAN, J. W., SARRY, Z. I., RINNU, F. J., CAMPBELL, J. A. (1963). Evaluation of protein in middle eastern diets. I. Almond. *Journal Nutrition*, 81, 235-240.
- GALL, H. (1973). Experience cultural d'un verger d'amandiers en Costieres du Gars. *B. T. F.*, 279, 365-372.
- GIRARD, P., GUEZENNEC, A., LANTEAUME, M.-TH., LE CLERC, A. M. (1961). La valeur des proteíns d'amandes. *Ann. Nutrit. Aliment*, 14, 1-10.
- GONZÁLEZ, A. (1972a). Sobre el valor nutritivo de la almendra de albaricoque («Prunus Armeniaca»). I. Experiencias comparativas de digestibilidad de almendra detoxicada: de albaricoque y almendra dulce común. *A. T. A.*, 12, 436-443.
- GONZÁLEZ, A. (1972b). Sobre el valor nutritivo de la almendra de albaricoque («Prunus Armeniaca»). II. Experiencias de valor bromatológico de la proteína. *A. T. A.*, 12, 619-628.
- HALL, A. P., MOORE, J. C., GUNNING, B., COOK, B. B. (1968). The nutritive value of fresh and roasted california-grown «non pareil» almond. *J. Agric. Food. Chem.*, 8, 377-382.
- KITSON, R. E., MELLON, M. G. (1944). Chlorimetric determination of phosphorus as molybdovanadato phosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. Anal.*, Ed., 16, 379-383.

- LÓPEZ-RITAS, J. (1973). El almendro. Modernas técnicas de cultivo. Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- Mc CARTI, D. C., LESCEY, J. W., FROST, H. B. (1952). Bitterness (Benzaldehyde content) of almond-peach f. hybrids and their parents. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 59, 254.
- ROCCHETTI, J. (1948). La composizione dei panelli di mandorle e la digestibilità delle loro proteine. Riv. Agric. Subtrop. e Trop., 42, 251-63.
- SOUTY, M., RASPAIL, M., JACQUEMIN, G., BREUILS, L. (1973). Etude de quelques caracteres biochimiques des fruits de l'amandier. B. T. I., 279, 355-363.
- SOUTY, M., ANDRE, P., BREUILS, L., JACQUEMIN, G. (1971). Etude sur la qualité des amandes «*amygdalus communis L.*». Variabilité de quelques caracteres biochimiques. Ann. Technol. Agric., 20, 121-130.

Recibido para publicación: 29-I-76



# COMPONENTES DEL PLATANO CANARIO Y SUS VARIACIONES DURANTE LA MADURACION

por

A. CARLOS BLESA, M. A. RODRIGUEZ RAYMOND y A. MAESTRE

## SUMMARY

### COMPOSITION OF THE CANARIAN BANANA AND CHANGES IN ITS COMPONENTS DURING RIPENING

We have studied the composition of the pulp of the Canarian banana, fruit of the *Musa cavendish* var. Nain and the interconversions of some of its components during ripening which took place in a normal way in light and shade at  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  and 60 % RH (Relative humidity).

The pulp has a small percentage of water comparatively considered with other fruits used as dessert among which the fruit of the variety Gros Michel is included. This small water content means a greater proportion of dry matter which represents a greater nourishing contribution to the consumer.

Practically the banana from Canary Islands does not change its plentitude during its ripening and that is a reflection of the excellent protection the pericarpium performs on the pulp reducing or preventing the loss of water through transpiration.

The ripeness, reflected in the saccharification of the starch and in the diminution of the cellulose and hemicellulose, starts with real intensity one or two weeks after fruit cutting, that is why the cutting can be delayed for ten or twelve days, allowing the fruit to continue its fullness and attaining the greatest size at the same time, and it gives a margin of security, with enough time to perform the processes of packing, transport, selling and later supply in perfect conditions.

In the pulp it is noticeable the high percentage of in ash which means an excellent contribution of essential mineral elements for animal and human alimentation. This percentage is higher than in other fruits, even higher than in the variety Gros Michel and it is only equal in the grape.

Proteins and lipids are relatively abundant in the pulp of the Canarian banana especially the latter which is found in a much very higher proportion than in the Gros Michel.

As it happens in most of the fruit used as desserts, the carbohydrates are the main elements in the dry pulp, especially the starch and/or sugars depending on how advanced the process of ripening was and contributing to improve the taste of the fruit and at the same time they are in condition of being used in metabolism, with the consequent liberation of energy. During ripening the saccharification of the starch takes place almost in its totality.

During the ripening progress there is a diminution of celluloses and hemicelluloses, typical components of the cellular wall, diminution that contributes essentially to the softening of the pulp. This loss takes place quite a long time after cutting, which shows that this cutting is performed in the Canaries prematurely.

The bananas ripen practically with the same intensity in light and in darkness, so this factor is need not be taken in consideration in the process.

The ripening of unattached bananas was normal and the composition of the pulp and also the changes in its components were not affected by the unattachment. Therefore, if this method gives any commercial benefits there is no reason to be recommended.

## I. INTRODUCCIÓN

La platanera es una planta herbácea, carnosa, de tallo aéreo, no leñoso, que se origina de una de las yemas del rizoma subterráneo (cabeza), la cual va produciendo sucesivamente una serie de hojas que se disponen helicoidalmente formando un falso tallo (pseudotronco).

Después de la emisión de un número determinado de hojas (número que depende de la variedad y de las condiciones ecológicas) la yema vegetativa se transforma en floral, formándose una inflorescencia en el ápice del tallo verdadero que es en realidad una prolongación del rizoma o una proyección del mismo al exterior.

Una vez formada la inflorescencia, el tallo verdadero comienza una etapa de crecimiento rápido a través del pseudotronco, hecho que ocurre cuando la planta ha emitido al exterior aproximadamente la mitad de su superficie foliar.

Después de la aparición de la última hoja —que es fácil de reconocer por ciertas características especiales, tales como el ser corta, ancha y con una nerviación central incompleta y agrandada (Champion, 1969)— aparecen las primeras brácteas sin flores de forma oval, nervadas longitudinalmente, céreas y con una pigmentación violácea más o menos intensa (hojas de la bellota).

A continuación, aparecen las brácteas dispuestas en la yema helicoidalmente, lo mismo que las hojas sobre el eje floral o raquis.

Cada bráctea protege a dos hileras de flores que reciben el nombre de manos, por lo que a los frutos de ellas derivados se les denominan dedos.

En un principio, las brácteas con las flores que protegen, aun guardando dentro de la yema la disposición helicoidal característica, por la escasa longitud del eje floral, se encuentran fuertemente empaquetadas, adquiriendo la yema una forma ovoidea característica, de aquí el nombre de bellota con el que se le designa comunmente.

Con el crecimiento del eje floral, cuya velocidad está principalmente ligada a las condiciones ecológicas y que se completa en un tiempo aproximado de quince días, las brácteas y sus manos se van separando hasta adquirir su tamaño definitivo formando el racimo (piña, en Canarias).

Según Champion (1908), en las especies cultivadas las primeras manos de flores (basales) son femeninas, y después de la emisión de un

cierto número de ellas —que pueden llegar hasta 13 ó 14— se opera una súbita transformación de sexo —probablemente relacionado con un cambio de tipo cuantitativo o cualitativo de fitohormonas—, apareciendo manos de flores masculinas con ovario reducido y estambres muy desarrollados, mientras que en las flores femeninas carecen de estambres y sólo poseen estaminoides o falsos estambres. Sin embargo, este concepto de flores masculinas y femeninas no es compartido por nosotros en el sentido de lo que la denominación significa. Mucho más exacto es el de Langhe (1969), según el cual las flores son estructuralmente hermafroditas, es decir, tienen una estructura bisexual, aunque funcionalmente son unisexuales.

Las flores femeninas tienen un gineceo ínfero y largo, en cuya parte superior se implantan seis tépalos, de los cuales cinco están soldados y uno libre, que rodean a un estilo grueso, careciendo de estambres verdaderos y poseyendo sólo estaminoides o estambres no funcionales.

En las flores masculinas, por el contrario, el que no es funcional es el ovario, que se atrofia, estando los estambres bien desarrollados y coronados por largas anteras, las cuales difícilmente producen granos de polen en los especies cultivadas. Por ello, en los trabajos de mejoras a base de cruzamientos se tienen que utilizar especies silvestres con estambres bien desarrollados y anteras funcionales. No obstante, hay que tener en cuenta que en aquellas especies silvestres donde la fertilización puede tener lugar, originándose semillas fértiles, la autofecundación es prácticamente imposible, por no estar sincronizada la floración en las flores femeninas y masculinas a lo largo de la inflorescencia, siendo, por tanto, la vía utilizada la polinización cruzada.

Por ello, en las variedades de platanera cultivadas con objeto de cosechar frutos comestibles, el desarrollo del fruto es consecuencia del crecimiento del ovario, sin que tenga lugar polinización y, por consiguiente, fertilización. Así, los frutos, típicamente partenocárpicos, tienen una pulpa carnosa, constituida por parénquima de reserva y sin semillas.

Lógicamente, la transformación del ovario en fruto, y el posterior crecimiento de éste, supone un aporte de sustancias nutritivas para su llenado, aporte que sin duda alguna procede de las hojas fotosintéticamente activas presentes en las plantas en el momento de la formación y crecimiento del fruto.

El fruto se transforma en un importante centro de movilización de sustancias nutritivas que contribuyen a su llenado, por lo que el tamaño de los plátanos de una piña dependerá de:

1. Superficie foliar activa fotosintéticamente, que a su vez dependerá:

- 1.1. Número y tamaño de las hojas funcionales existentes durante la floración, fructificación y crecimiento del fruto y hasta que éste se coseche.

1.2. Intensidad de los vientos imperantes (ya que el ser éstos en Canarias de cierta intensidad rasgan las hojas, disminuyendo sensiblemente la superficie activa fotosintéticamente).

2. Intensidad del proceso fotosintético total, que a su vez depende de:

2.1. Estado nutritivo de las hojas, muy estrechamente relacionado con la cantidad de nutrientes esenciales en el suelo y estado en que se encuentra en él, lo que determina su disponibilidad por la planta, así como del tipo de suelo en que la platanera tiene hincadas sus raíces—por su efecto sobre la absorción—, y de la flora microbiana del mismo.

2.2. Condiciones ecológicas (especialmente humedad, temperatura y, sobre todo, intensidad de la luz y duración de la iluminación o fotoperíodo).

3. Números de manos de plátanos y dedos en ellas, ya que cuando otros factores no están limitando, lógicamente será factor limitante del tamaño de los frutos la competencia que se establece entre ellos por los materiales importados desde los órganos de producción.

4. Tiempo de permanencia de la piña en la planta. Esto es un factor importante, ya que las piñas se cortan cuando se considera que los plátanos han alcanzado su tamaño definitivo y la permanencia de la piña en la planta puede acortar el tiempo de maduración, con el consiguiente ablandamiento del fruto y disminución de sus posibilidades de exportación. Como se comprenderá, es extraordinariamente difícil determinar con exactitud el momento más oportuno de realizar el corte a base de las características organolépticas del fruto, que cuanto mayor tiempo esté unido al resto de la planta mayor será también la posibilidad de que continúen las actividades importadoras que quedan sesgadas en cuanto el corte tiene lugar y que repercuten indudablemente en su peso.

Una vez terminado el crecimiento del plátano, y verificado el corte de la piña, se da paso a la siguiente etapa de su ontogenia, la maduración, que es en realidad un proceso de senectud, etapa previa a la putrefacción y muerte. Este proceso tiene una duración variable, según se haga de una manera natural o se acelere artificialmente. De una manera natural, el proceso es lento, del orden de los veinte días, lo cual es muy importante para esta fruta, ya que por estar bastante alejados los centros de producción de los de consumo, permite el exportarlos con el mínimo riesgo de sufrir daños. Posteriormente, y de acuerdo con las exigencias del mercado consumidor, su maduración se puede acelerar artificialmente para mantener siempre surtido el mismo con frutos aptos para ser consumidos.

La maduración del fruto es un proceso fisiológico en el que tienen lugar una serie de cambios, especialmente de tipo cualitativo, de sus productos almacenados, que conjuntamente con su aspecto externo es lo que determina su mayor o menor aceptación por el consumidor.

Los cambios cualitativos más importantes que ocurren en la maduración del plátano de mesa son: ablandamiento de la pulpa, desaparición de la astringencia, desarrollo de pigmentación tanto en la pulpa como en la piel, que toma un color amarillo más o menos intenso, y sobre todo las conversiones hidrolíticas de los productos almacenados —especialmente la del almidón en azúcares solubles— y producción de aroma.

Contenido en azúcares y aroma son los factores que generalmente determinan la mayor o menor aceptación del plátano en el mercado, quedando postergado a segundo término su valor alimenticio, que en el caso del plátano puede tener, según las variedades, una gran importancia.

En un fruto, aparte de su sabor, valor como alimento, etc., hay otro factor que tiene que considerarse cuando se trate de valorarlo para su uso en la alimentación humana. Este factor es las condiciones higiénicas de su consumo que, en el caso del plátano, es fácil de resaltar. La mayoría de los frutos se consumen directamente o mondándolos con la mano, a veces con la ayuda de un objeto cortante. Esto implica una vía de contaminación por las sucesivas manipulaciones que experimentan los frutos, especialmente con gérmenes de origen fecal, así como representan una ingestión continua de productos fitosanitarios usados en los diversos tratamientos.

Desde este punto de vista el plátano ofrece la enorme ventaja de que su pulpa comestible permanece totalmente aislada por su piel hasta el mismo momento de su consumo, el cual se puede realizar sin el menor contacto con las manos, evitándose todo tipo de contaminación, por la gran facilidad y comodidad con que la piel se separa de su pulpa.

Quizás ningún otro fruto ofrezca como el plátano unas características tan higiénicas de consumo, por lo que aparte de contribuir a la alimentación humana, en general, le hace ser un alimento y postre ideal en la dieta de niños y enfermos.

Nuestros estudios se han centrado en el plátano cosechado en el Archipiélago canario, el cual una vez que ha alcanzado las características exigidas por los exportadores se corta separando de la mata la piña completa.

El corte se realiza con el fruto verde y bastante antes de que en él se inicie el proceso de maduración, lo cual representa indudables ventajas y también inconvenientes, especialmente desde el punto de vista del productor.

Entre las ventajas podemos citar:

- 1.º Permite mayor margen de tiempo para ser exportado y por su mayor dureza es más fácilmente transportable.
- 2.º Es fácilmente madurado artificialmente en los centros recepto-

res, lo que facilita su almacenaje y maduración progresiva, acomodándose a la mayor o menor demanda del mercado consumidor.

Sin embargo, hemos hablado de inconvenientes. Desde el corte hasta que se inicia el lento proceso de maduración existe un amplio margen de seguridad, por lo que si el racimo permaneciera unido a la mata probablemente continuarían los frutos su acción importadora y posiblemente alcanzarían un mayor peso.

Tradicionalmente, el plátano canario se ha exportado en racimos o piñas, las cuales se embalan con un embalaje típicamente canario, a base de un almohadillado de agujas de pino (pinocha) y papel que aislan al fruto de todo tipo de presiones que lo estropearían y contribuirían a que fueran rechazados en los centros receptores.

Actualmente, se está implantando el exportarlos desmanillados en cajas de cartón, ya que así son más fácilmente transportados (por el auge que van tomando los transportes marítimos tipo «containers») y manejados en los centros de recepción y venta.

Naturalmente, la primera interrogante que se plantea es que si aparte de las ventajas de tipo comercial inherentes al desmanillado esta técnica puede o no influir en la calidad del fruto.

Por ello, nuestro estudio se ha centrado en los cambios que ocurren durante la maduración, llevada a cabo de una manera natural a la luz y a la oscuridad con plátanos desmanillados, así como señalar el momento en que verdaderamente se inicia el proceso, con objeto de mantener la piña en la mata el máximo de tiempo posible, a fin de que alcance el mejor peso.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Los plátanos usados en nuestras experiencias procedían, para cada serie de ellos, de la misma piña y mano. Todas las piñas utilizadas se recolectaron en los meses de febrero y marzo en 2.<sup>a</sup> zona de Valle de Guerra, entre los 100 y 200 metros de altitud (La Laguna, Tenerife) y en la finca el «Durazno», también en 2.<sup>a</sup> zona del Valle de la Orotava (Tenerife).

Las piñas, una vez en el laboratorio, se desmanillaron, haciendo con ellas dos lotes, uno de los cuales quedó expuesto a la luz y otro en la oscuridad.

Las condiciones ambientales a las que estuvieron expuestas las manos fueron de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$  y  $60 \pm 2$  por 100 de humedad relativa (HR).

Las experiencias se iniciaron con plátanos de la misma mano de piñas recién recolectadas (dos días antes), tomándose precisamente muestras hasta que alcanzaron el más alto grado de madurez.

Previamente a la toma de muestra se procedió a determinar la pleni-

tud y el grado de madurez del plátano o plátanos que nos iba a proporcionar la muestra objeto de estudio.

Una vez realizadas las determinaciones precedentes, el plátano se descortezaba, triturándolo en una batidora «Turmix» hasta la formación de una papilla homogénea.

Aproximadamente, la mitad (en peso) de la papilla se llevaba a una estufa a 100-105° C para obtener materia seca en la que se iban hacer las determinaciones de cenizas, lípidos y proteínas; la segunda mitad se utilizaba para la determinación de contenido en agua, y materias insolubles en alcohol (almidón, pectinas totales, celulosa y hemicelulosas).

### 2.1. *Índice de plenitud*

El plátano se limpiaba con agua y se secaba con un paño de lino con objeto de eliminar el polvo y la suciedad adherida a su superficie, que podía reflejarse en el peso y falsear los resultados. El índice de plenitud se calculaba dividiendo el peso en gramos de cada plátano por su longitud en centímetros. Como longitud, se tomó la media de las medidas obtenidas sobre la parte convexa y cóncava del fruto (fig. 2).

### 2.2. *Índice de maduración*

Para su determinación se corta el plátano diagonalmente hacia la mitad de su longitud (fig. 2). Sobre el corte se superpone una escala con ocho tonalidades del color amarillo, correspondiente cada una de ellas a diferentes grados de maduración del fruto, desde verde a muy maduro (fig. 1).

El color de la pulpa se corresponderá con otro de la escala, anotándose, entonces, el número correspondiente que tomemos como índice de maduración.

### 2.3. *Determinación de agua*

Se calculó por diferencia entre 1 g. la pulpa fresca y el residuo que se obtenía después de permanecer la muestra en estufa a 100° C hasta peso constante.

### 2.4. *Determinación de cenizas*

Se realizó por calcinación hasta lograr cenizas blanquecinas. Su peso se expresó en porcentajes de peso fresco y seco.

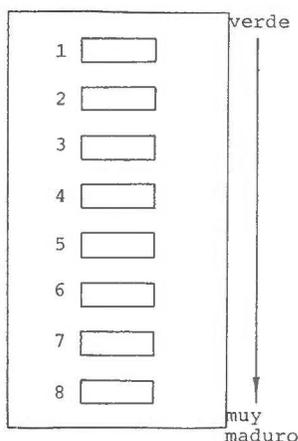


Fig. 1

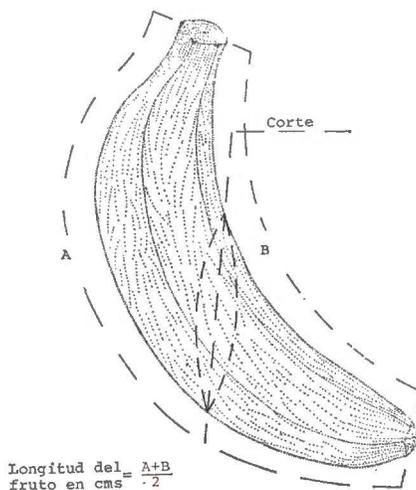


Fig. 2

### 2.5. *Determinación de lípidos*

En la determinación de lípidos se siguió el método de Soxhlet. Los lípidos extraídos se expresaron en porcentajes con respecto a materia fresca y seca.

### 2.6. *Determinación de proteínas*

Las proteínas se determinan siguiendo el método de Kjeldhal y multiplicando los valores obtenidos para el  $N_2$  por el factor 6,25. Los resultados se expresan en porcentajes de materia fresca y seca.

### 2.7. *Determinación de materias insolubles en alcohol*

Comprende este grupo las sustancias siguientes: almidón, pectinas, celulosas y hemicelulosas.

Se pesa una cantidad de materia fresca (alrededor de 10 g.) y se coloca en un cartucho de Soxhlet previamente tarado, el cual se sumerge en un vaso de precipitados con 100 ml. de alcohol de 90° hirviendo.

Se mantiene el alcohol en ebullición durante treinta minutos, verificando las adiciones oportunas para reforzar las pérdidas de alcohol habidas por evaporación.

Al cabo de este tiempo se saca el cartucho, que después de escurrido se deseca con una corriente de aire caliente.

La muestra se agota de sustancias solubles en alcohol, colocando el cartucho en un aparato de Soxhlet donde se continúa la extracción con alcohol de 90° durante cuatro horas. El verificar esta doble extracción tiene por objeto facilitar la extracción del material soluble que así resulta prácticamente total.

Se saca el cartucho del aparato, se hace una desecación previa (cinco minutos) en corriente de aire caliente y se lleva a una estufa de 60° C hasta la desecación total.

Se pesa el residuo y se calcula el % de materias insolubles en alcohol.

### 2.8. *Determinación del almidón*

Este se determina a partir de la materia insoluble obtenida como se ha expuesto en el apartado 2.7.

Se parte de 1 g. de muestra que se trata con 10 ml. de ácido perclórico concentrado y frío durante veinte minutos con objeto de extraer el almidón.

Se filtra con filtro de porcelana con ayuda de una bomba de vacío.

A los líquidos de filtración se le añaden 10 ml. de ácido clorhídrico concentrado, calentándose hasta ebullición con objeto de hidrolizar el almidón hasta nivel de glucosa que queda precipitada como un componente sólido de color negruzco.

Se deja enfriar y con objeto de poder separar el precipitado por filtración con papel se diluye la concentración de los ácidos añadiendo suficiente cantidad de agua destilada.

Se filtra por papel y se lava el precipitado con agua destilada hasta que el líquido de filtración no muestre reacción ácida.

Desecar en una estufa a 80° C hasta que la desecación sea total (aproximadamente durante veinticuatro horas).

El desecado se pesa, los resultados se expresan en tantos por ciento referidos a materia fresca, seca e insoluble en alcohol.

### 2.9. *Determinación de pectinas totales*

Esta determinación se realiza partiendo de materia insoluble en alcohol.

Un g. de muestra se trata con 10 ml. de ácido clorhídrico 0,05 N a 85° C para extraer las pectinas.

Se filtra y el filtrado se trata con acetona al 60 por 100, obteniéndose un precipitado.

Se filtra y el precipitado se trata con agua hirviendo, hidrolizándose las pectinas.

Se trata con hidróxido cálcico 0,01 N, formándose un precipitado de pectato cálcico que se filtra, se deseca y pesa.

Los resultados se expresan en tantos por ciento de materia fresca, materia seca e insoluble en alcohol.

### 2.10. Determinación de celulosa y hemicelulosas

Se determinan por cálculo, considerándose como celulosa y hemicelulosas la diferencia entre las materias insolubles en alcohol y almidón más pectinas:

$$\begin{array}{rcccl} \text{celulosa} & & \text{materia} & & \text{(almidón} \\ \text{\%} & \text{y} & \text{= \%} & \text{insoluble} & \text{— \%} & \text{+} \\ & & & \text{en alcohol} & & \text{pectinas)} \end{array}$$

### 2.11. Determinación de azúcares totales

Se determinan con referencia a materia fresca y seca.

Con referencia a materia fresca:

$$\% \text{ azúcares totales} = 100 - \% (\text{agua} + \text{cenizas} + \text{proteínas} + \text{lípidos} + \text{materia insoluble en alcohol}).$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestros resultados se exponen en una serie de tablas y gráficamente con objeto de observar con facilidad la composición del plátano canario y las transformaciones que llevan a cabo algunos de sus componentes y que están ligadas al proceso de maduración o senectud del fruto.

En las tablas y gráficas los días cero y uno (según que la maduración tuviera lugar en la luz o en la oscuridad) representan el comienzo de las experiencias, aunque los frutos se habían recolectado dos días antes.

Los plátanos sobre los que hemos trabajado procedían de la segunda zona de cultivo (entre los 200-300 metros sobre el nivel del mar) y la mencionada elección se hizo con objeto de que procedieran de la zona intermedia entre las tres más importantes explotadas en la isla de Tenerife y que son clasificadas de acuerdo con su situación sobre el nivel del mar (Blesa y Lecuona, 1970).

En las tablas I y II se exponen los cambios de intensidad en la tonalidad del color amarillo que experimenta la pulpa de los plátanos

desmanillados a medida que progresa el proceso de maduración, color que se determinó de acuerdo con una escala internacional, según hemos ya expuesto en el apartado II correspondiente al material y métodos empleados.

TABLA I

*Maduración del fruto a la luz*

Influencia del proceso en la intensidad de coloración de la pulpa y en la plenitud  
(peso en gr./longitud en cms.)

El día 0 corresponde al comienzo de la experiencia con plátanos de frutos recién recolectados

El color se expresa en números de acuerdo con la escala de la figura 1

Tiempo en días	Intensidad de color	Peso gr.	Longitud cms.	Plenitud (peso en g./log. cms.)
0	2	122,5	21	5,8
3	2 — 4	112	20	5,6
6	4 — 6	100,5	19,5	5,1
9	6	102,5	19	5,4
11	6 — 8	97,5	19	5,1
14	10	89	18,5	4,8
17	12 — 14	95,5	18	5,3
19	14 — 16	92	18	5,1

TABLA II

*Maduración del fruto en la oscuridad*

Influencia del proceso en la intensidad de coloración de la pulpa y en la plenitud  
(peso en gr./longitud en cms.)

El día 0 corresponde al comienzo de la experiencia con plátanos de frutos recién recolectados

El color se expresa en números de acuerdo con la escala de la figura 1

Tiempo en días	Intensidad de color	Peso gr.	Longitud cms.	Plenitud (peso en g./log. cms.)
0	2	122,5	21	5,8
7	6	100	17	5,9
13	8	94,5	18,5	5,1
16	10	99	19	5,2
20	14	89	18,5	5,3

Como podemos observar el color va variando en intensidad paralelamente a la luz o en la oscuridad a medida que progresa la maduración, para, finalmente, hacia el día 19-20, alcanzar la coloración amarilla más intensa (amarillodorado).

De acuerdo con los datos de las tablas I y II, que representan las experiencias a la luz y en la oscuridad respectivamente, el cambio de coloración ocurre de una manera simultánea e igualados en el tiempo, independientemente de donde se llevará a cabo la maduración de los frutos. La maduración de los plátanos, y en las condiciones ensayadas por nosotros, no está influenciada por la luz, a diferencia de lo que sucede con otros frutos en los que de una manera general la maduración (senectud del fruto) se acelera, y por tanto se acorta, cuando el proceso tiene lugar en ausencia de la luz (Leopold, 1964)

En las tablas I y II se exponen también las medidas de pesos y longitudes realizados sobre plátanos enteros con objeto de determinar la plenitud (peso en gramos/longitud en centímetros).

De acuerdo con nuestros resultados la plenitud, a diferencia de la coloración, no cambia con la maduración. Este hecho nos pone de manifiesto que el desmanillado no altera ni el peso ni el tamaño del fruto. No obstante, si el peso y la longitud lo consideramos individualmente, los cambios observados se explican fácilmente sobre la base de que las últimas experiencias se hicieron sobre manillas que tenían frutos de menos peso y tamaño, por lo que el cociente, que representa a la plenitud, prácticamente no varía.

El que la plenitud no varíe es, principalmente, debido a que el pericarpio (corteza o piel) ejerce una protección eficaz sobre la pulpa impidiendo el proceso de la transpiración, con lo cual se evita la pérdida de agua, como veremos al tratar de este componente del fruto.

Evidentemente, al desmanillado se le puede en principio objetar que termina con la exportación de sustancias nutritivas procedentes del eje floral, pero esta exportación debe de tener un escaso valor, ya que el eje mencionado sólo es una vía por la que fluyen las sustancias procedentes de las hojas fotosintéticamente activas de la mata.

A este respecto, somos de la opinión de que la piña debe de permanecer el máximo de tiempo posible en la mata, a fin de no terminar con la importación de sustancias procedentes de las hojas y que evidentemente contribuyen al llenado del fruto, y así se lograrían piñas con frutos de mayor peso con el consiguiente beneficio para el agricultor.

El estudio comparativo de la duración del proceso de maduración en el plátano canario y en la variedad americana de Gros Michel (figura 7), nos muestra de una manera clara que en la variedad Gros Michel el proceso de maduración se completa en sólo cinco-seis días, mientras que en el nuestro dura alrededor de 20-22, lo cual al no existir diferencia en la intensidad del proceso y estando éste sólo desfasado en el tiempo, sólo se puede interpretar sobre la base de que el fruto Gros

Michel ha permanecido ligado a la mata casi quince días más de lo que lo hace el nuestro, con la consiguiente ventaja en lo que al llenado del fruto se refiere o, lo que es lo mismo, el corte se hace de una manera más racional.

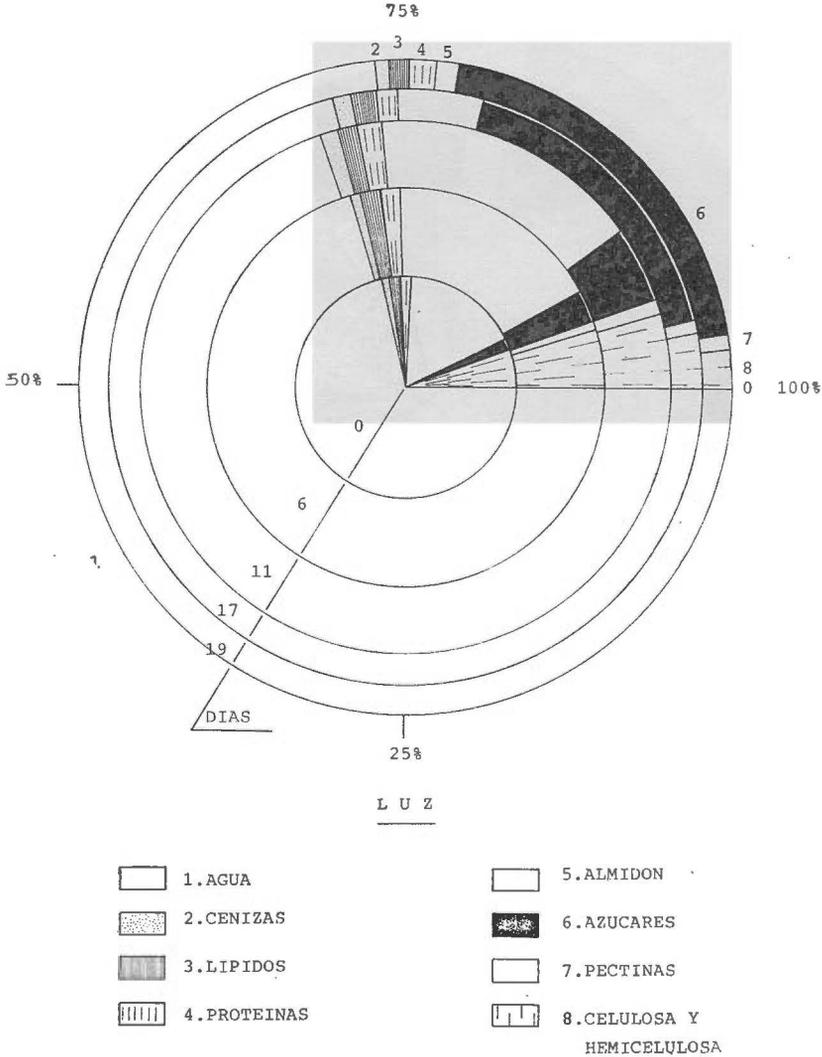


Fig. 3

Los resultados expuestos en las figuras 3 a 6 nos muestran claramente que la maduración del plátano desmanillado es en un principio larga y lenta, volviéndose hacia el día catorce (dieciséis después del corte) tumultuosa, como lo refleja la rápida conversión del almidón en

azúcares (sacarificación) y la disminución de las celulosas y hemicelulosas.

Las conversiones antes mencionadas, así como la casi desaparición de las celulosas y hemicelulosas, trae como consecuencia el azucara-

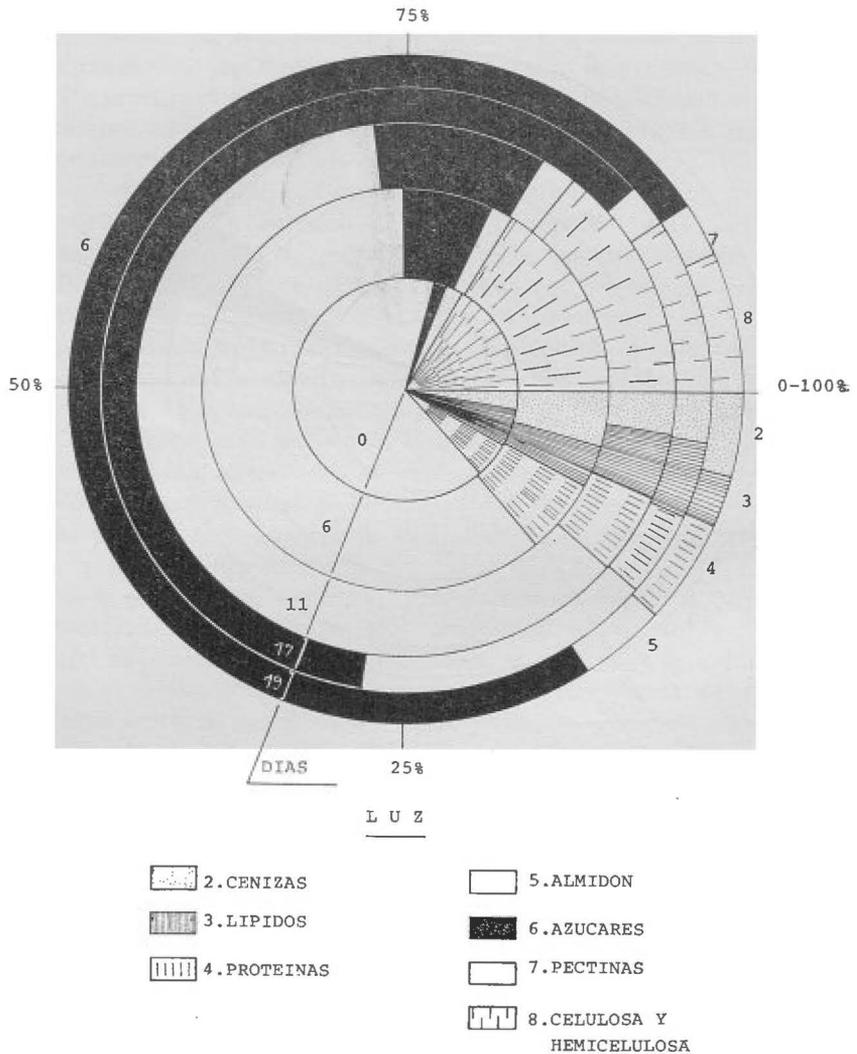


Fig. 4

miento del fruto y el ablandamiento de la pulpa, lo cual disminuye sus posibilidades de exportación, ya que los frutos, aun convenientemente embalados, se pueden alterar durante el transporte a los centros importadores y expendedores. Por ello, y a la vista de los resultados expues-

tos en las figuras 3 y 4, el corte de las piñas se puede retrasar perfectamente de diez a doce días, con lo que nos queda un buen margen de tiempo para su manipulación, exportación, venta y consumo de los

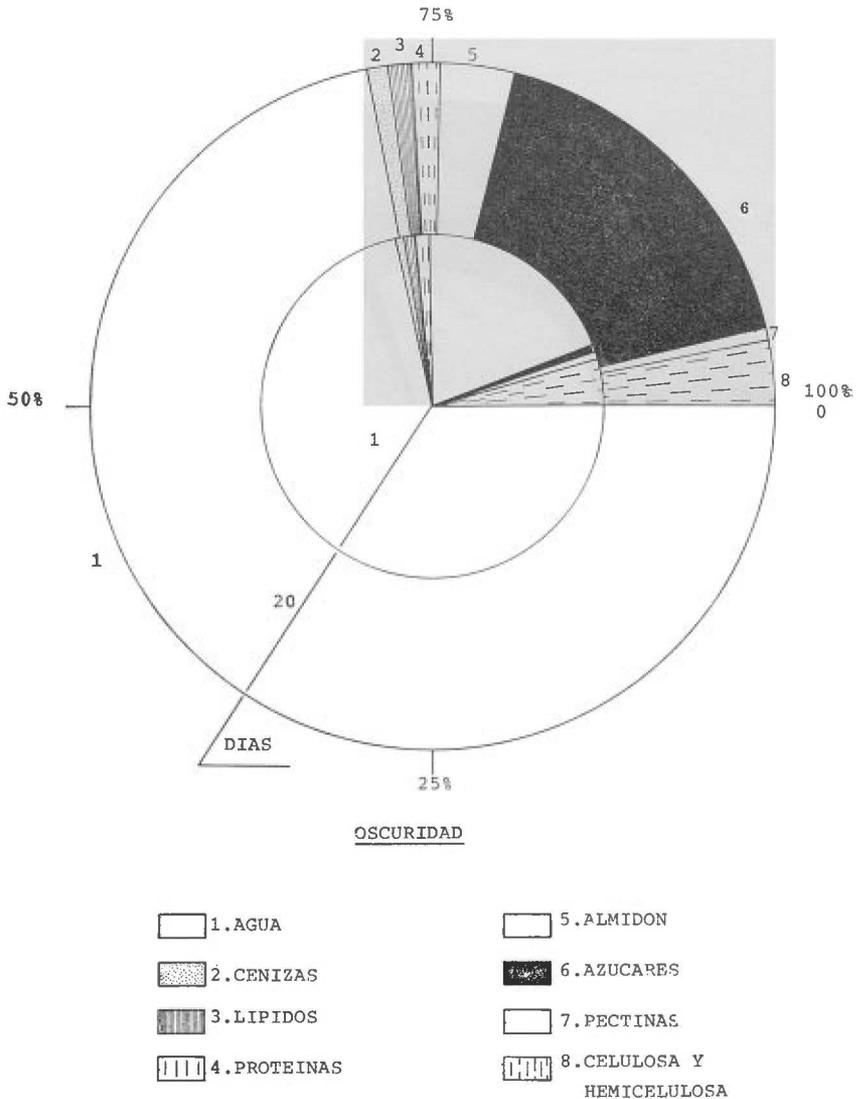


Fig. 5

frutos, pero con la ventaja de permitirles continuar sus actividades importadoras desde los órganos fotosintéticos y, por tanto, con la de alcanzar un mayor tamaño.

Nosotros somos de la opinión de que el corte de la piña debe de

realizarse tomando como índice la coloración de la pulpa, su dureza (la cual se determina por medio de un «penetrómetro» de Bellevue) o la proporción en ella de almidón y azúcares. A este respecto vemos en la figura 7 que la variedad Gros Michel (Von Loesecke, 1950 y

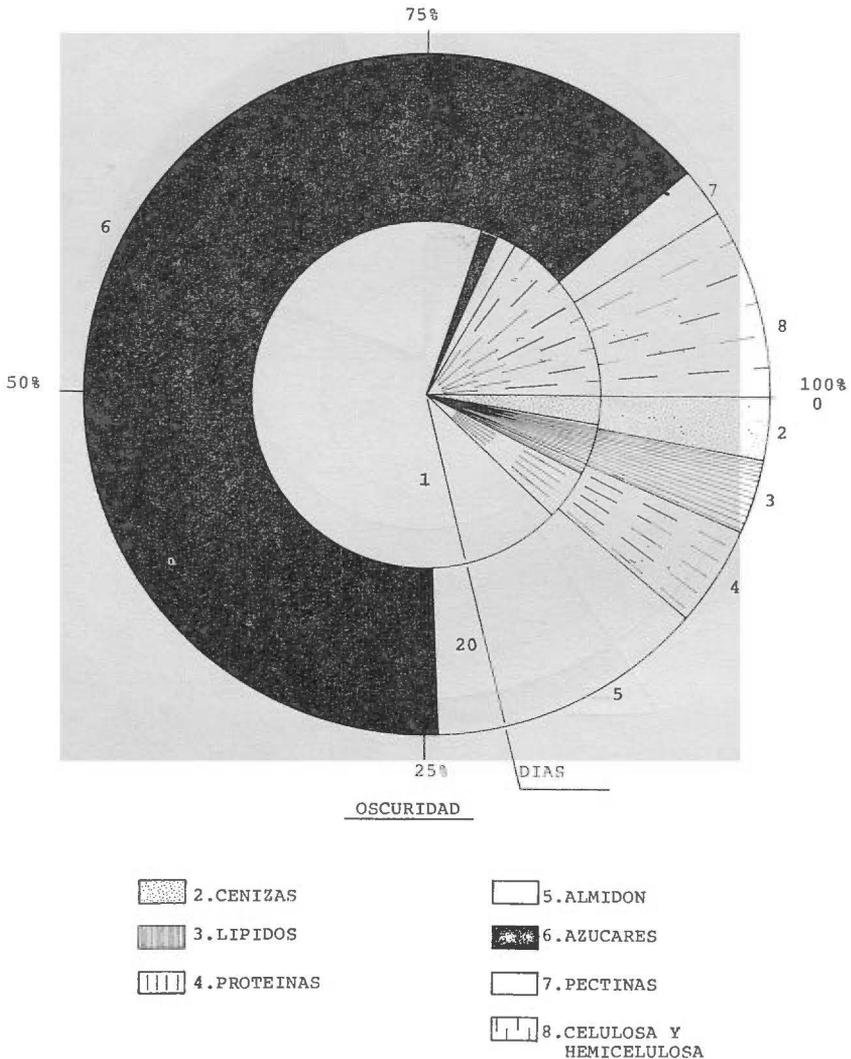


Fig. 6

Lavollay, 1952) que el 50 por 100 del almidón se ha sacrificado a los cuatro días, mientras que en el plátano canario tiene lugar aproximadamente a los trece días (quince después del corte). Por tanto, el corte

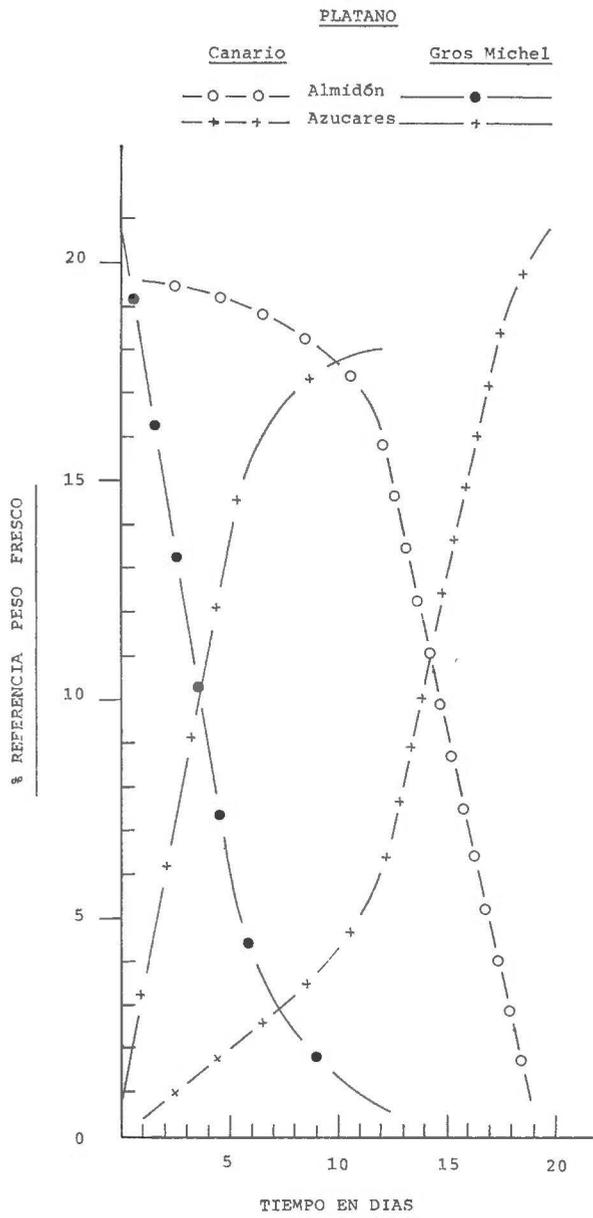


Fig. 7

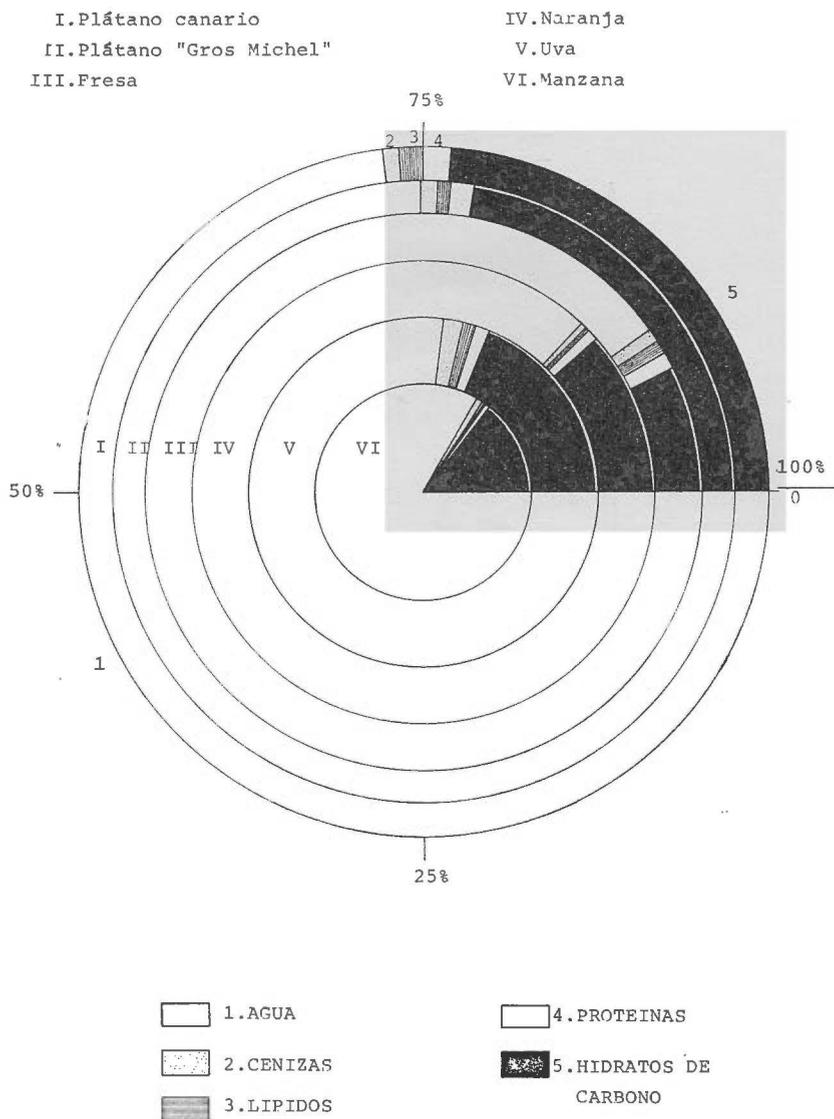


Fig. 8

del Gros Michel se realiza de una manera más racional que en Canarias, permitiendo que el fruto permanezca el máximo posible de tiempo unido a la mata.

Como en la mayoría de los frutos utilizados como postre, el mayor componente de la pulpa del plátano canario es el agua, si bien y como nos lo muestra la figura 8, el plátano canario es como mucho el que

posee menos cantidad, en beneficio de una mayor proporción de hidratos de carbono, lípidos, proteínas y sales minerales, por lo que, lógicamente y a igualdad de peso, el plátano ofrece una ración alimenticia mayor que el resto de los frutos frente a los que hemos hecho el estudio comparativo (D. Kervegant, citado por Champion, 1968). Igualmente, la figura 8 nos muestra que el plátano de Canarias posee un menor porcentaje de agua que el Gros Michel, lo cual habla por sí solo de la superior calidad nutritiva de nuestro fruto.

En un tejido vegetal las cenizas que se obtienen en su calcinación corresponden a las sales minerales absorbidas por el sistema radical del suelo donde la planta, de la que forma parte el tejido, tiene hincadas sus raíces.

Aunque las plantas no discriminan en lo que se refiere a la absorción de las sales minerales puestas al alcance de su sistema radical por la solución edáfica; es decir, en si sus elementos son o no biogénicos, es indudable que las sales minerales presentes en los alimentos de origen vegetal representan uno de los aportes más importantes de elementos minerales esenciales para el organismo animal y humano.

Por ello, el contenido en cenizas de un fruto tiene un gran valor que no debe desestimarse a la hora de valorar un fruto desde el punto de vista de su utilidad como alimento.

El plátano canario posee un alto contenido en cenizas, lo que le da un gran valor nutritivo. La proporción en cenizas es superior al del resto de los frutos (incluyendo el plátano Gros Michel) frente a los que hacemos un estudio comparativo y sólo es igualado por la uva como nos lo muestra la figura 8.

Lípidos y proteínas, de indudable valor energético los primeros y plásticos los segundos, están contenidos en la pulpa del plátano de Canarias en cantidades relativamente elevadas, superiores a otros frutos utilizados como postre de mesa. En cuanto a los lípidos su proporción es más del doble que en la variedad Gros Michel, aunque el contenido de proteínas es prácticamente similar en ambas variedades (figs. 3, 4, 5, 6 y 8).

Aunque el contenido en proteínas del plátano dista mucho de representar un aporte adecuado a la alimentación animal y humana, sin embargo no debe de ser desestimado a la hora de valorar al plátano como alimento.

Después del agua, los hidratos de carbono son los componentes mayoritarios de la pulpa del plátano de Canarias, especialmente el almidón o los azúcares, dependiendo del grado de maduración alcanzado por el fruto en el momento en que se considera, como nos lo muestran los resultados expuestos que están referidos a porcentajes de la muestra seca (figs. 4 y 6).

Estas mismas figuras ponen de manifiesto como el progreso de la maduración está estrechamente ligado a la conversión del almidón en azúcares que contribuyen no sólo a mejorar el sabor del fruto sino a

poner a los hidratos de carbono, alimentos energéticos por excelencia, en condiciones de más rápida asimilación para ser degradados catabólicamente, con lo que se libera la energía, en ellos contenida, en las células animales y humanas metabólicamente activas.

En los primeros días que siguen al corte y desmanillado, la transformación del almidón en azúcares es muy lenta, no observándose cambios muy sensibles hasta que aproximadamente a los catorce días se inicia de una manera tumultuosa, sacarificándose el almidón rápidamente, completándose prácticamente ésta sobre los días veinte o veintiuno.

Al igual que hemos señalado para la sacarificación, otros componentes del fruto varían ligados a la maduración. Nos referimos a la celulosa y hemicelulosas.

Celulosa y hemicelulosas son componentes característicos de las paredes celulares primarias y secundarias, especialmente abundantes en las de aquellas células que forman parte del tejido de sostén o colenquima.

Resulta lógico que el contenido en celulosa y hemicelulosas en la pulpa del plátano disminuya a medida que progresa la maduración, ya que esta pérdida se refleja en el ablandamiento de la pulpa, haciéndose ésta más fácilmente triturable y digerible.

Como podemos observar del estudio de nuestras figuras, la pérdida de celulosa y hemicelulosas se hacen verdaderamente patentes a partir del noveno día después del corte, lo cual apoya nuestra hipótesis de que la recolección del plátano en Canarias se hace prematuramente.

Aunque nuestros resultados no reflejan el cambio en la proporción de pectinas, cemento celular que mantiene soldadas a las paredes celulares en un tejido, lo más probable es que a lo largo del proceso de maduración tenga lugar una solubilización de las mismas contribuyendo al ablandamiento de la pulpa. El que no se refleje en nuestros resultados, es debido a que se han determinado como pectinas totales, lo cual no quiere, en modo alguno, decir que la mencionada solubilización no tenga lugar, al igual que se ha señalado de una manera general para la maduración de los frutos (Leopold, 1964).

Con fines demostrativos, hemos llevado a cabo en secciones de pulpa a diferentes estados de maduración la observación microscópica de la formación de azúcares a partir del almidón, lo cual se observa perfectamente sobre la base de la formación de cristales al tratar las secciones con fenilhidracina, con lo que se forma las osazonas correspondientes, las cuales forman cristales característicos fácil de identificar por microscopía.

## IV. CONCLUSIONES

Del estudio y discusión de nuestros resultados podemos extraer las conclusiones siguientes:

1.º El contenido en agua de la pulpa del plátano canario es muy bajo, incluso más que el de la variedad de Gros Michel, considerado comparativamente con otros frutos utilizados como postre de mesa, lo cual se traduce en una mayor proporción de materia seca, lo que representa más aporte nutritivo o una mejor ración alimenticia.

2.º Durante la maduración a la luz o en la oscuridad no existe pérdida sensible de agua por transpiración, a diferencia de lo que ha sido señalado para el Gros Michel, lo cual nos muestra que el plátano desmanillado no experimentará pérdidas sensibles de peso desde su recolección hasta su consumo.

3.º El plátano canario posee un contenido en cenizas elevado muy superior al de otros frutos, incluyendo el Gros Michel, y sólo igualado por la uva. Este hecho tiene un gran valor, ya que indudablemente representa un aporte importante de elementos minerales esenciales a la alimentación animal y humana.

4.º Lípidos y proteínas, son relativamente abundantes en la pulpa de la variedad canaria, especialmente los lípidos, que son mucho más abundantes que en la variedad americana.

5.º Los hidratos de carbono son los componentes mayoritarios del plátano canario, la proporción de almidón/azúcares depende del momento en que se considere el estado de maduración.

6.º La sacarificación se inicia de una manera tumultuosa aproximadamente dos semanas después del corte, lo que señala que éste se realiza en Canarias de una manera prematura, con lo que probablemente se impide a los frutos que completen su llenado con la consiguiente pérdida de peso.

7.º Los estudios comparativos de la sacarificación en el plátano canario y Gros Michel a lo largo de la maduración nos dan unas curvas prácticamente similares y sólo desfasadas en el tiempo, lo cual viene a señalar que el corte de la variedad americana se hace más racionalmente, agotando al máximo las posibilidades del llenado del fruto.

8.º Cenizas, lípidos y proteínas no varían cuantitativamente durante la maduración.

9.º Durante la maduración hay una disminución de componentes de las paredes celulares que contribuyen de una manera esencial al ablandamiento de la pulpa, pero esta disminución se hace sensible hacia los nueve días (once días después del corte), por lo que, si el corte se retrasa de diez a doce días, se tiene un margen de seguridad suficiente para que el fruto sea manipulado, transportado, comercializado y con-

sumido, todo ello en perfectas condiciones, a la vez que se permite al fruto alcanzar su tamaño máximo.

10. La luz no afecta al proceso de maduración en intensidad o en la composición de la pulpa.

11. Los cambios cuantitativos de los componentes de la pulpa durante la maduración parecen no estar afectados por el desmanillado, por lo que si éste ofrece ventajas a la comercialización del fruto, el desmanillado es aconsejable.

#### RESUMEN

Hemos estudiado la composición de la pulpa del plátano de Canarias, fruto de la *Musa cavendish* var. *enana* o *Nain* y las interconversiones de algunos de sus componentes durante la maduración llevada a cabo de una manera natural a la luz y en la sombra a  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  y 60 por 100 HR.

La pulpa contiene un bajo porcentaje en agua comparativamente considerado con otros frutos utilizados como postre, entre los que se incluye el fruto de la variedad Gros Michel. Este bajo contenido en agua se traduce en una mayor proporción de materia seca, lo cual representa un mayor aporte nutritivo al consumidor.

Prácticamente el plátano de Canarias no varía sensiblemente su plenitud durante la maduración, lo cual es reflejo de la excelente protección que el pericarpio ejerce sobre la pulpa reduciendo o casi impidiendo la pérdida de agua por transpiración.

La maduración, reflejada en la sacarificación del almidón y en la disminución de la celulosa y hemicelulosas, se inicia con verdadera intensidad unas dos semanas después del corte, por lo que éste perfectamente se puede retrasar de diez a doce días, permitiendo al fruto continuar su llenado y alcanzar su máximo tamaño a la vez, que permita un margen de seguridad, en tiempo, suficiente para realizar las operaciones de empaquetado, transporte, venta y posterior consumo en perfectas condiciones.

En la pulpa es de destacar el alto porcentaje en cenizas, lo que significa un aporte excelente de elementos minerales esenciales a la alimentación animal y humana, porcentaje éste superior a otros frutos e incluso al de la variedad Gros Michel y sólo igualado por la uva.

Proteínas y lípidos son relativamente abundantes en la pulpa del plátano canario, sobre todo los últimos, que se encuentran en una proporción muy superior que en el Gros Michel.

Como sucede con la mayoría de los frutos usados como postres, los hidratos de carbono son los componentes mayoritarios de la pulpa seca, especialmente el almidón y/o los azúcares, dependiendo de lo avanzado que se encuentre el proceso de maduración. Los azúcares contribuyen a mejorar el sabor del fruto, a la vez que están en condiciones de ser más rápidamente catabolizados, con la consiguiente liberación de energía. Durante la maduración la sacarificación del almidón tiene lugar prácticamente a su totalidad.

A medida que progresa la maduración hay una disminución de celulosa y hemicelulosas, componentes característicos de la pared celular, disminución que contribuye esencialmente al ablandamiento de la pulpa. Esta pérdida tiene lugar bastante tiempo después del corte, lo que de nuevo pone de manifiesto que éste se realiza en Canarias prematuramente.

Los plátanos maduraron prácticamente con igual intensidad a la luz y en la oscuridad, por lo que este factor no debe de ser tenido en cuenta en el proceso.

La maduración de los plátanos desmanillados fue normal, y la composición de la pulpa, así como los cambios que en sus componentes ocurren, no se vieron afectados por el desmanillado. Por tanto, si esta práctica aporta ventajas de tipo comercial no hay razón alguna que no aconseje su puesta en práctica.

R É S U M É

Nous avons étudié la composition de la pulpe de la banane des Canaries, fruit de la *Musa cavendish* var. «Nain» et les interconversions de quelques-unes de ses composantes pendant la période de maturité menée a bout d'une façon naturelle a la lumière, et, a l'ombre, a  $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  et 60 % HR.

La pulpe contient un faible pourcentage d'eau en comparaison avec les autres fruit utilisés comme dessert, entre lesquels se trouve celui de la variété Gros Michel. Cette petite quantité d'eau est compensée par une plus grande proportion de matière sèche, ce qui représente un plus grand apport nutritif au consommateur.

Pratiquement la banane des Canaries ne varie que faiblement sa plénitude pendant la maturité, ce qui montre l'excellente protection que le péricarpe exerce sur la pulpe, en réduisant ou même en empêchant la perte d'eau par transpiration.

Le murissage, reflété dans la saccharification de l'amidon et dans la diminution de la cellulose et des hemicelluloses, commence avec une grande intensité a peu pres deux semaines apres la coupe. C'est pourquoi celui-ci peut parfaitement être retardé de 10 ou 12 jours, permettant au fruit de continuer son remplissage et d'atteindre ainsi sa taille maximum en même temps qu'il donne une marge de sécurité, en un temps suffisant, pour réaliser l'emballage, le transport, la vente et finalement la consommation en de parfaites conditions.

Dans la pulpe on doit mettre en relief un haut pourcentage en cendres, ce que signifie un excellent apport d'éléments minéraux, essentiels a l'alimentation animale et humaine; pourcentage supérieur a celui d'autres fruits même a la variété Gros Michel et qui n'est égalé que par le raisin.

Les protéines et les lipides sont relativement abondants dans la pulpe de la banane des Canaries, surtout des derniers, qui se trouvent en des proportions supérieures a celles du Gros Michel.

Comme il arrive avec la majorité des fruit que l'on prend comme dessert, les hydrates de carbone sont les composants majoritaires de la pulpe sèche, spécialement l'amidon ou les sucres dépendant du moment ou en est le murissage. Les sucres contribuent a améliorer la saveur des fruit en même temps qu'ils sont en condition d'être plus rapidement catabolisés avec le dégagement correspondant d'énergies.

A mesure que la période de maturité progresse il y a une diminution de cellulose et de hemicelluloses, composants caractéristiques de la paroi cellulaire, diminution qui contribue essentiellement a l'amollissement de la pulpe. Cette perte a lieu assez longtemps apres la cueillette, ce qui manifeste de nouveau que celle-ci, aux Canaries, est prématurée.

Les bananes mûrissent pratiquement avec la même intensité a l'ombre qu'a la lumière, et c'est pourquoi ce facteur ne doit pas compter dans la procédure.

La maturité des bananes détachées du régime a été normale et la composition de la pulpe, ainsi que les changements que souffrent ses composants, n'ont pas été compromis par le détachement. Donc, si ce procédé apporte des avantages de type commercial, il n'y a aucune raison pour déconseiller sa mise en pratique.

*Departamento de Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna (Tenerife).*

B I B L I O G R A F Í A

- BLESA, A. C. y LECUONA, M. C. (1970). Contribución al estudio de la platanera canaria. I. Relación entre la estructura y función. (Tesina presentada en la Universidad de La Laguna, sin publicar.)
- CLARK, J. M. Bioquímica experimental. Ed. Acribir, Zaragoza.
- CHAMPION, J. (1968). El plátano. Ed. Blume, Barcelona.

- DEULLIN, R. y MONNET, J. (1956). Observation sur la dureté de la pulpe de la banane. Fruit, 11, núm. 8.
- GUSTATSON, F. G. (1939). Auxin distribution in fruits and its significance in fruit development. Amer. J. Bot., 26, 189-94.
- HANOWER, P. y CHEZEAU, R. (1966). Influence de quelques modes de preparation de material vegetal sur les teneurs et la composition glucidique de la banane. Fruits, 21, núm. 2.
- HUET, R. (1956). Note sur la signification biochemique de la durere dans le cas de la pulpe de la banane. Fruit, 11, núm. 9.
- JOHANSEN, D. A. (1940). Plant Microtechnique: Micromechanical Method.
- KERVEGANT, D. (1935) (Citado por J. Champion. El plátano) (1968). Ed. Blume, Barcelona.
- LANCHE DE, E. (1961). Bananas (en Outlines of Perennia). Crop Breeding in the Tropics. Ed. F. P. Ferweda y F. Wit. Wageningen, Holanda.
- LAVOLLAY, J. (1952). La banane, sa composition chimique en visagée du point de vue alimentaire. Fruits, 7, núm. 8.
- LEOPOLD, A. C. (1964). Plant Growth and Development Mc. Graw Hill, N. Y.
- LOESECKE VON, H. W. (1962). Bananas. Interscience Publisher. London.
- RAFELSON, M. E. y BINKLEY, S. B. (1967). Bioquímica básica.
- SIMMONS, N. W. (1953). The development of the banana fruit. J. Exp. Bot., 4, 87-105.
- WALLIS, C. J. (1963). Biotología Práctica. Ed. Aguilar.

Recibido para publicación: 16-III-76

# CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA PLATANERA CANARIA. RELACION ENTRE LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA Y LA MADURACION DE LOS PLATANOS

por

A. CARLOS BLESÁ, M. A. RODRIGUEZ RAYMOND, C. D. LORENZO  
e ISABEL LOPEZ

## SUMMARY

RESEARCH ON THE CANARIAN BANANA. STUDY OF THE RELATION BETWEEN RESPIRATORY ACTIVITY AND RIPENING OF THE FRUIT

We have investigated separately the influence that the different cultivation zones (first from 0 to 100 metres above sea level, second from 100 to 200 metres and third from 200 to 300 metres), as well as the storing in light or in darkness had in the appearing and intensity of the climaterical respiration in the Canarian banana. This influence is for us an interesting theme because climateric and ripeness are strongly connected and therefore the maintenance of fruit can be influenced, which is important above all if we realize that our fruits have to travel long distances to reach consumption centers, because most of the canarian bananas are exported.

There is a remarkable influence in the bananas behaviour depending on their zone of origin and on their storing (if it was in light or in darkness).

In light, the bananas from the lowest zones showed less activity, and in the climaterical respiration which permits a longer time of conservation than in the case of specimens collected in the third and higher cultivation zones. However, while those from this latter zone did not show any essential differences in their behaviour when they were stored in darkness, the ones from the first and second zone did. The fruits from both zones stored in light intensified their climaterical respiration and at the same time reduced the time of appearing which was reflected in a notorious shortening of their possibilities of maintenance so far as time concerns.

All this proved the great influence of the ecological factors dominant in the different cultivation zones, as well as the factor «light», especially for the bananas from the first and second cultivation zones of the canarian banana, which, we think, must be taken in consideration because of the economical repercussions which derive from it.

## INTRODUCCIÓN

La maduración de todo fruto constituye una etapa de su ontogenia que sigue inmediatamente a la del crecimiento. Cuando el fruto ha alcanzado su máximo tamaño, como consecuencia de la importación de sus-

tancias nutritivas de las hojas fotosintéticamente activas que actúan como donadoras, se inicia su maduración, que no es sino el comienzo de la etapa final de su ontogenia que le conduce invariablemente a su muerte (podredumbre).

En algunos tipos de frutos, como sucede con el plátano, el proceso de maduración se estimula, acelerándose cuando se separa de la planta que lo originó. Esta maduración está asociada a una serie de cambios cualitativos, tales como el ablandamiento de las paredes carnosas, desarrollo de pigmentación y aroma y la conversión hidrolítica de los carbohidratos insolubles, especialmente el almidón, en formas simples y solubles que contribuyen a dar el sabor agradable y típico de todo fruto sazonado (Blesa y col., 1975). La conversión hidrolítica citada, parece estar estrechamente asociada con cambios notables en la actividad respiratoria, la cual es extraordinariamente estimulada (respiración climatérica) y proporciona energía extra para que los cambios asociados a la maduración tengan lugar (Biale, 1950). La relación entre respiración y cambios típicos de la maduración del fruto queda puesta de manifiesto mediante el uso de inhibidores respiratorios que retardan o previenen la maduración del fruto (Marks y col., 1957).

Esta relación había sido ya puesta de manifiesto en estudios previos en los que se demostró que la actividad respiratoria disminuía al comienzo de la maduración; posteriormente, sufría un incremento extraordinario, si bien de corta duración, para finalmente tener lugar una caída vertiginosa de toda actividad respiratoria (Kidd y West, 1930).

Cuando la actividad respiratoria, asociada a la maduración del fruto, se expresa gráficamente referida bien a la absorción de oxígeno o bien al desprendimiento de anhídrido carbónico el incremento de la misma queda puesto de manifiesto en forma de un pico alto, en una franja de corta duración, que usualmente se denomina «pico climatérico».

Después de la aparición del mencionado «pico» la intensidad respiratoria baja dramáticamente, lo que coincide con la iniciación en el fruto de la última etapa de su ontogenia, la senectud y muerte (podredumbre).

Basándose en el conocimiento de esta relación entre respiración-maduración-senectud, los exportadores y conservadores de frutos han desarrollado técnicas de conservación a bajas temperaturas, por la influencia que éstas tienen en el progreso de la actividad metabólica, e impidiendo o alargando la aparición del climaterio consiguen conservar los frutos durante un más largo período de tiempo con las consiguientes ventajas de tipo económico al no sobresaturar los mercados o sacando los frutos a los mismos fuera de época.

Por ello, la determinación del climaterio en las distintas clases de frutos tiene una importancia comercial extraordinaria, por dos causas: primera, porque nos da la señal que indica la proximidad de la última etapa ontogénica del fruto; y segunda, porque en la mayoría de los frutos la actividad climatérica coincide con el momento en el que el fruto presenta las cualidades óptimas desde el punto de vista de su

palatabilidad. En el caso concreto del plátano, se ha señalado que sus mejores cualidades desde el punto de vista del consumidor, se presentan ligeramente antes de iniciarse la actividad climática (Leopold, 1964).

Como se puede suponer, la relación entre la actividad climática y la maduración se cimentan sobre que la segunda proporcione un abundante sustrato respiratorio listo para ser utilizado. En el caso del plátano, que es el que merece nuestro interés, al ser cortado de la planta presenta un alto contenido en almidón y bajo, por el contrario, en azúcares solubles que constituyen el sustrato respiratorio. Sin embargo, entre los diecisiete y diecinueve días después de verificado el corte tiene lugar una hidrólisis tumultuosa del almidón en azúcares que pueden ser metabólicamente utilizados con el consecuente aumento de la respiración (Blesa y col., 1975).

Hemos señalado la importancia económica que puede tener el estudio de la actividad metabólica del plátano en cuanto éste tiene que superar una gran distancia entre los centros productores y los receptores, desde donde se preparan para su posterior venta. Por ello, y por el valor que todo lo relacionado con su producción platanera tiene en la economía del archipiélago, hemos centrado nuestro presente estudio en la relación entre la actividad respiratoria y la maduración de estos frutos, conservados en condiciones naturales a la luz y a la oscuridad.

#### MATERIAL Y MÉTODO

En nuestras experiencias se utilizaron plátanos recolectados en la misma área geográfica al norte de la isla de Tenerife, si bien se consideraron independientemente los procedentes de las tres diferentes y típicas zonas de cultivo: primera zona (de 0 a 100 metros de altitud), segunda zona (de 100 a 200 metros de altitud) y tercera zona (de 300 a 400 metros de altitud).

Las piñas recolectadas en el campo, una vez que presentaban las características propias para el corte, se llevaron al laboratorio, donde se procedió a su desmanillado, debido a que esta técnica se ha implantado, casi en un sentido general, en todos los centros manipuladores del archipiélago y como nueva forma de envasado para la exportación.

Los plátanos desmanillados se mantuvieron en dos lotes, uno a la luz continua y otro en la oscuridad, y todos a una temperatura ambiental constante  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  y una humedad relativa de  $60 \pm 2$  por 100.

Las experiencias se comenzaron dos días después de verificada la recolección, por lo que el día cero corresponde en realidad al día dos después de cortados y manipulados en el laboratorio para su almacenaje y experimentación.

Los plátanos utilizados en nuestros experimentos procedían de la

misma mano con objeto de reducir al máximo toda posible variabilidad que pueden mostrar los frutos procedentes de manos muy separadas a lo largo de la piña.

Como hemos indicado, el comienzo de las experiencias lo fue dos días después del corte de las piñas y su transporte al laboratorio; este comienzo se designó como día cero. Las experiencias se repitieron los días 4, 7, 11, 14 y 18.

Los plátanos utilizados en cada experiencia se cortaron diagonalmente hacia su parte central y el color de su pulpa se comparó con una escala de colores (escala numerada con números pares del 2 al 16, ambos inclusive, correspondiendo el 2 a frutos verdes, 10-12-14 a óptimos y 16 muy maduros) para determinar el índice de maduración (Blesa y col., 1975). Una vez determinada ésta se cortaron dos rodajas de la parte central, a un lado y otro del primer corte diagonal realizado a efectos de determinar el índice de maduración.

Una de las rodajas se utilizó para determinar los pesos fresco y seco y la otra se trituró en una turmix con cantidad suficiente de una solución tampón de fosfato a  $\text{pH} = 7,0$  y  $0,4 \text{ M}$  y hasta obtener una papilla homogénea. Posteriormente esta papilla se diluía con la mencionada solución tampón de fosfato hasta obtener un homogeneizado lo suficientemente diluido como para poder ser pipetado.

La medida de la actividad respiratoria se realizó siguiendo la técnica de Warburg y referida a la absorción de oxígeno. Para ello, en cada frasco del aparato de Warburg se pipetearon  $3,0 \text{ ml.}$  de homogeneizado al depósito principal y  $0,2 \text{ ml.}$  de  $\text{KOH}$  al 10 por 100 en el pocillo central.

Para cada experiencia se utilizaron 10 repeticiones, dos blancos y el correspondiente termobarómetro, por lo que los resultados obtenidos son la media de diez determinaciones sucesivas.

Las experiencias se realizaron con una temperatura del baño de  $25^\circ \text{C}$  y 72 r. p. m. Después de diez minutos de equilibrar el sistema se comenzaron a realizar las lecturas, que lo fueron cada treinta minutos y a lo largo de ciento veinte minutos.

Después de verificadas las mediciones, los contenidos de los vasos se trasvasaron a unos pesasustancias que fueron colocados en estufa a  $100^\circ \text{C}$  para determinar el peso seco y referir a él los valores de la absorción de oxígeno obtenidos, aunque previamente el valor del peso seco se corrigió con los valores obtenidos para el blanco.

Finalmente, los resultados se expresaron gráficamente, referidos a sesenta y ciento veinte minutos, y separando los obtenidos de frutos almacenados a la luz de aquellos que lo fueron en la oscuridad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde que Kidd y West (1930) mostraron que el proceso de maduración de los frutos estaba estrechamente relacionado con la actividad respiratoria de los mismos —a la vez que indicaba que la maduración se iniciaba asociada a un cambio brusco de la actividad respiratoria—, los estudios sobre la relación mencionada cobraron un gran interés por la importancia que de su conocimiento se deriva en la conservación de los frutos, especialmente de aquéllos que tienen que cubrir grandes distancias entre los centros productores y los expendedores.

Indudablemente, como en la mayoría de los cambios ontogénicos que ocurren en una planta o en sus partes, la maduración de los frutos muestran una marcada dependencia de la energía liberada en la respiración. Por lo que una mayor demanda energética para asegurar los cambios asociados a la maduración lleva implícita un incremento de la actividad de la respiración.

Igualmente, todo el proceso es en principio dependiente de un aporte adecuado de sustrato respiratorio, lo que la mayoría de los frutos consiguen con una hidrólisis más o menos intensa —en algunos casos, tumultuosa—, del almidón acumulado en ellos, constituyendo su principal reserva en carbohidratos.

Lógicamente, las técnicas que entienden en la conservación de los frutos perecederos tienen necesariamente que prestar especial atención al control de la conversión hidrolítica del almidón y/o a la utilización de los productos de su hidrólisis en la respiración. Por ello, la inhibición de uno u otro proceso o ambos a la vez llevará aparejada una recesión en el aporte energético que repercutirá finalmente en un retraso de la maduración y en una subsiguiente ampliación del período de conservación, con las consiguientes ventajas de tipo económico que de ello se derivan.

En nuestro caso, hemos señalado la importancia que en la economía del archipiélago tendría un perfecto control de la maduración de los plátanos de exportación, en donde aún radica la principal fuente de riqueza del mismo.

Debido a que este cultivo aún en una misma área geográfica se realiza en diferentes zonas ecológicas determinadas por la altura sobre el nivel del mar, así como a que la conservación de los plátanos pueden tener lugar en la oscuridad o en la luz, nuestros resultados reflejan todas las circunstancias expuestas para determinar su posible influencia en el tiempo de almacenaje útil.

## 1. Plátanos conservados a la luz

Los resultados expuestos en la figura 1 (para sesenta minutos A y para ciento veinte minutos B) nos ponen de manifiesto una evidente diferencia de comportamiento de los frutos según la zona de proceden-

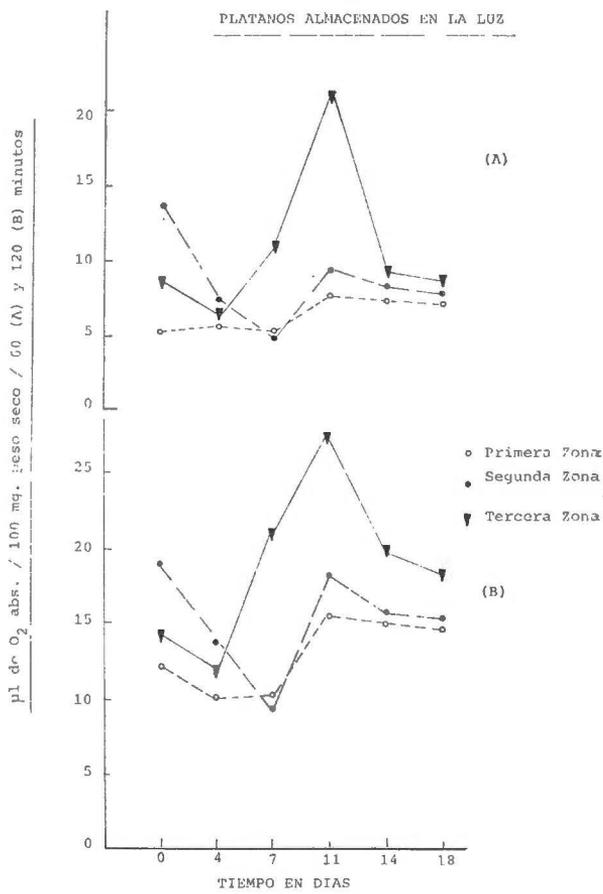
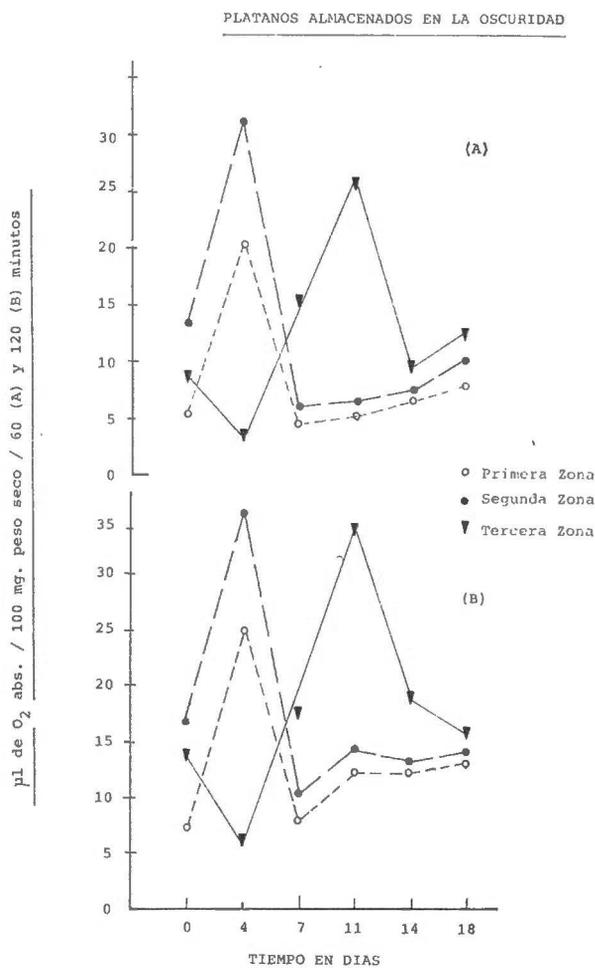


Fig. 1

cia. Los procedentes de la primera y segunda zona experimentan a lo largo del tiempo un aumento continuo, pero suave de la actividad respiratoria, con un pico climatérico que se señala en los de segunda zona, pero sin destacar notablemente. Sin embargo, aquellos recolectados en la tercera zona muestran un evidente pico climatérico y toda la gráfica que refleja los resultados de la experimentación se ajusta típicamente a lo descrito para la respiración climatérica (Leopold, 1964).

En todos los casos, sin embargo, la mayor actividad respiratoria correspondió para todos los frutos, independientemente de su procedencia al día once (trece días después de cortados), con un índice de maduración de diez para la de primera y segunda zona y doce para los de la tercera.



## 2. Plátanos conservados en la oscuridad

El estudio de la figura 2 (sesenta minutos, A y para ciento veinte minutos, B) correspondiente a las experiencias realizadas con plátanos conservados en la oscuridad nos muestran que, a diferencia de lo expuesto para aquellos conservados en la luz, un incremento extraordi-

nario de la actividad respiratoria los de la primera zona, lo que se manifiesta en que presentan un pico climatérico evidente, si bien éste tiene lugar mucho antes que cuando se conservan a la luz. Concretamente el pico climatérico, se presenta en el día señalado con el cuatro (seis días después del corte); y un índice de maduración de diez, o sea, siete días antes que cuando fueron conservados en la presencia de la luz. Por el contrario, los plátanos procedentes de la tercera zona no variaron la aparición del pico climatérico, que se mantuvo en el día señalado con once en la figura, ni prácticamente el valor de la actividad respiratoria a lo largo de los días de experimentación. Igualmente, no mostraron variación en el índice de maduración.

Nuestros resultados concuerdan perfectamente con los obtenidos en experiencias previas en las que seguimos las transformaciones que experimentan los componentes de la pulpa del plátano a lo largo del tiempo de conservación (Blesa y col., 1975).

Así se puso de manifiesto que para que tenga lugar el incremento de la actividad respiratoria y la aparición del «pico climatérico» se requiere que tenga lugar una hidrólisis previa del almidón en azúcares solubles, que constituyen el sustrato respiratorio por excelencia. Sin embargo, el máximo de actividad respiratoria tiene lugar con anterioridad a la máxima transformación hidrolítica del almidón. Esto pone de manifiesto que si bien es necesario que las actividades hidrolíticas que afectan al almidón tengan lugar previamente al iniciarse el incremento de la actividad respiratoria, sin embargo el sustrato respiratorio deja de ser factor limitante de la respiración, puesto que el máximo de ésta se produce con anterioridad a la hidrólisis «tumultuosa» del almidón, ya que esto acontece entre los días diecinueve y veintiuno, como fue demostrado con anterioridad (Blesa y col., 1975).

Nuestros resultados ponen de manifiesto la estrecha relación entre la respiración climatérica y el índice de maduración, así como la marcada influencia que tiene la zona de procedencia de los frutos y el que éstos fueran almacenados en la luz o en la oscuridad.

Los resultados obtenidos con plátanos de primera y segunda zonas nos muestran que la respiración climatérica se estimula y se acorta en el tiempo de su aparición, lo que concuerda con lo ya demostrado para una gran variedad de frutos en el sentido de que la oscuridad acelera la senectud de las plantas o de las partes de ellas aisladas (Michael, 1936). Excepcionalmente, la relación luz/oscuridad no afecta a los plátanos recolectados en cotas más altas (tercera zona), los cuales se mostraron insensibles al factor lumínico en cuanto a la aparición, intensidad de la actividad respiratoria y modificación del índice de madurez.

Los resultados obtenidos nos permiten señalar que en la conservación y manipulación de nuestros plátanos conviene considerar independientemente los recolectados en la primera y segunda zonas de los que lo sean de la tercera, que muestran una mayor homogeneidad de comportamiento.

De lo expuesto se pueden sacar algunas conclusiones, que exponemos a continuación, y que creemos deben de ser tenidas en cuenta en la conservación, exportación y venta de nuestro principal fruto.

### CONCLUSIONES

1. Los plátanos procedentes de la primera y segunda zonas de cultivo conservados a la luz muestran una respiración climatérica progresiva y de poca intensidad, lo que amplía las posibilidades, en cuanto al tiempo se refiere, de conservación comparativamente considerados con aquellos procedentes de la tercera zona de cultivo, que muestran una intensa respiración climatérica.

2. La oscuridad intensifica la actividad respiratoria y acorta su tiempo de manifestación, apareciendo picos climatéricos perfectamente señalados en los plátanos recolectados en las zonas primera y segunda. Sin embargo, los de la tercera zona se mostraron independientes del efecto luz/oscuridad.

3. Es evidente la influencia que sobre la respiración climatérica y sobre la maduración de los plátanos tiene la altitud de la zona de cultivo; así como para los de las zonas primera y segunda el que fueran conservados en la luz o en la oscuridad.

4. De lo expuesto en los apartados anteriores se deduce que las prácticas de almacenaje, por la influencia que sobre el tiempo de conservación tienen, no se deben de hacer indiscriminadamente con todos los plátanos, sino que se deben de tener en cuenta el área ecológica de procedencia, así como la influencia del factor luz.

### RESUMEN

Hemos investigado separadamente la influencia que las diferentes zonas de cultivo (primera de 0 a 100 metros sobre el nivel del mar, segunda de 100 a 200 metros y tercera de 200 a 300 metros), así como el almacenamiento en la luz o en la oscuridad tenía en la aparición e intensidad de la respiración climatérica en el plátano de Canarias.

Esta influencia es para nosotros un tema interesante, ya que climaterio y maduración están íntimamente relacionadas y por ello la conservación de los frutos puede verse influenciada, lo cual es importante, sobre todo si tenemos en cuenta que nuestros frutos tienen que cubrir grandes distancias para alcanzar los centros de consumo, ya que la mayor parte del plátano canario se dedica a la exportación.

*Departamento de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias de la Universidad de La Laguna (Tenerife).*

## BIBLIOGRAFÍA

- BIALE, J. B. (1950). Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits. *Ann. Reu. Plant. Physiol.*, I, 183-206.
- BLESA, A. C., RODRÍGUEZ RAYMOND, M. A. y MAESTRE, A. (1975). Componentes del plátano canario y sus variaciones durante la maduración. (En prensa.)
- DIXON MALCOM (1952). *Manometric Methods*. At. The University Press. Cambridge.
- KIDD and C. WEST (1930). Physiology of Fruit. I. Changes in the respiratory activity of apples during their senescence at different temperatures. *Proc. Roy. Soc. Londres. B*, 106, 93-109.
- LEOPOLD, A. C. (1964). *Plant Growth and Development*. McGraw-Hill, N. Y.
- MARKS, J. D., BERNLOHR, R. and VARNER, J. E. (1957). Oxidative Phosphorilation in ripening Fruit. *Plant Physiol.*, 37, 31-36.
- MICHAEL, G. (1936). Über die Beziehungen zwischen Chlorophyll und Eiweissabbau im vergilbenden Laubblätt von *Tropaeolum*. *Z. Botan.*, 29, 385-425.

Recibido para publicación: 16-III-76

## NOTAS

### REESTRUCTURACION DEL C. S. I. C.

En el «B. O. del Estado» núm. 21, de 25 de enero del año en curso, aparece el Real Decreto 62/1977 de 21 de enero por el que se ordena la reestructuración del C. S. I. C.

Esta importante disposición viene a modificar la Ley fundacional de este Organismo de 24 de noviembre de 1939, con el fin que se dice en su preámbulo de «aprovechar al máximo el potencial de investigación y los recursos existentes» dedicados a las elevadas metas que se señalan. A estos efectos se inicia una reordenación con base unitaria y con finalidad coordinadora que permita desarrollar una política científica coherente y orientada en cada momento a alcanzar los objetivos de mayor interés para el país.

Son de resaltar la extinción de los Organismos Autónomos existentes (Patronato «Juan de la Cierva» y División de Ciencias), la supresión de los ocho Patronatos que constituían la estructura básica en la que se integraban los Centros de investigación, la supresión también del Consejo Ejecutivo, la creación de la Junta de Gobierno del C. S. I. C. (cuya estructura se pospone) y la creación —temporal— de un Comité de Dirección para regir el Organismo en esta etapa de transición.

La reestructuración efectiva y detallada se llevará a cabo a través del Reglamento Orgánico, que el Ministerio de Educación y Ciencia elevará dentro de breve plazo, a la aprobación del Gobierno.

El texto íntegro del Decreto dice así:

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas, al que la Ley de veinticuatro de noviembre de mil novecientos treinta y nueve otorgó plena personalidad jurídica para la realización de sus propios fines, y el Decreto mil trescientos cuarenta y ocho/mil novecientos sesenta y dos, de catorce de junio, clasificó como Organismo autónomo, a los efectos de la aplicación de la Ley de veintiséis de diciembre de mil novecientos cincuenta y ocho, integra, a su vez, en su estructura a los Organismos autónomos «Patronato Juan de la Cierva» y «División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza», creados por Decreto de cuatro de febrero de mil novecientos cuarenta y nueve y seis de junio de mil novecientos cincuenta y ocho, y que posteriormente a la constitución del Consejo se segregaron de él.

En su actual configuración, el Consejo Superior de Investigaciones

Científicas engloba a los Patronatos «Menéndez y Pe.ayo», «Raimundo Lulio», «Alfonso el Sabio», «Diego Saavedra Fajardo» y «José María Cuadrado», al Organismo «Patronato Juan de la Cierva» y a la División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza, con sus Patronatos «Alonso de Herrera» y «Santiago Ramón y Cajal».

La necesidad de aprovechar al máximo el potencial de investigación y los recursos existentes para atender selectivamente a los problemas que plantea el desarrollo cultural, científico, tecnológico y económico de la Nación, así como la experiencia obtenida en los últimos años sobre el funcionamiento de este complejo sistema, aconsejan una nueva ordenación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que, sobre la base de la ordenación unitaria con la que fue planteado, facilite una mayor coordinación entre los Centros de investigación, permita un tratamiento multidisciplinario de los problemas, imponga una simplificación de las estructuras y procedimientos administrativos y favorezca, en fin, una política científica coherente y orientada prioritariamente hacia aquellos objetivos que se juzguen de mayor interés en cada momento.

De esta suerte, se da un paso más en la línea ya trazada por el Decreto mil trescientos sesenta y uno/mil novecientos setenta y seis, de dieciocho de junio, por el que se refundieron las Secretarías Generales de los Organismos Autónomos existentes, y se hace efectivo uno de los propósitos contenidos en el Real Decreto-ley dieciocho/mil novecientos setenta y seis, de ocho de octubre, sobre medidas económicas.

En su virtud, de acuerdo con la autorización contenida en el artículo veintiséis del Real Decreto-Ley dieciocho/mil novecientos setenta y seis, de ocho de octubre, por iniciativa del Ministerio de Educación y Ciencia, a propuesta del Presidente del Gobierno y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día veintiuno de enero de mil novecientos setenta y siete,

#### DISPONGO:

Artículo primero.—Quedan extinguidos los Organismos autónomos Patronato «Juan de la Cierva» y «División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza», actualmente encuadrados en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Tanto el personal de los mismos como sus Centros y Servicios quedarán integrados en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a cuyo patrimonio se incorporarán todos los bienes y derechos de los Organismos extinguidos, siendo sus obligaciones asumidas por el mencionado Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Artículo segundo.—Se suprimen los Patronatos «Menéndez y Pelayo», «Raimundo Lulio», «Alfonso el Sabio», «Diego Saavedra y Fajardo», «Juan de la Cierva», «José María Cuadrado», «Alonso de Herrera» y «Santiago Ramón y Cajal», siendo sus competencias asumidas por la Junta de Gobierno del Consejo Superior de Investigaciones

Científicas, que asume también las funciones de su Consejo Ejecutivo, que queda igualmente suprimido.

Los Institutos y Centros de Investigación integrados en el Consejo se reestructurarán y agruparán en función de sus objetivos o afinidades a los efectos de coordinar sus actividades y de conseguir una mejor utilización de los medios disponibles. La Junta de Gobierno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas formulará las propuestas necesarias a tal fin.

Artículo tercero.—Cuando necesidades de alto interés nacional o de índole urgente así lo aconsejen el Ministerio de Educación y Ciencia, previa aprobación del Gobierno, podrá disponer que los medios materiales y personales de determinados Institutos o Centros se pongan en su totalidad o parcialmente, durante el tiempo que resulte necesario, a disposición de programas específicos de investigación que se encomienden al Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Artículo cuarto.—El Ministerio de Educación y Ciencia elevará al Gobierno, en el plazo más breve posible, la propuesta de Reglamento Orgánico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Artículo quinto.—Quedan derogadas cuantas disposiciones, cualquiera que sea su rango, se opongan a lo dispuesto en el presente Real Decreto.

Artículo sexto.—El presente Real Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el «B. O. del Estado».

#### DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Entre tanto no se estructure en el Reglamento Orgánico del Consejo la Junta de Gobierno a que se refiere el artículo segundo, sus competencias serán asumidas por un Comité de Dirección, integrado, bajo la Presidencia del Ministro de Educación y Ciencia, por el Subsecretario del Departamento, el Director general de Política Científica, el Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Secretario general del mismo.

Dado en Madrid a veintiuno de enero de mil novecientos setenta y siete.

JUAN CARLOS

El Presidente del Gobierno,  
*Adolfo Suárez González*

#### NOMBRAMIENTO DEL PROF. CASAS PELAEZ COMO PRESIDENTE DEL C. S. I. C.

Por Decreto que publica el «B. O. del Estado» el día once de febrero del año en curso, ha sido nombrado Presidente del C.S.I.C. el Profesor D. Justiniano Casas Peláez.

*Historial científico y docente del nuevo Presidente del C. S. I. C.*

El nuevo Presidente del C. S. I. C. nació en Granucillo de Vidriales el 25 de febrero de 1915. En la actualidad es Catedrático de Óptica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

Aparte de otros estudios, cursó la Licenciatura y efectuó cursos de Doctorado en Ciencias Exactas en las Universidades de Salamanca y Madrid, y posteriormente la Licenciatura en Ciencias Físicas en la Universidad Central, donde se doctoró en Física en el año 1951.

Durante los años 1947 a 1951 fue Profesor Ayudante de la Cátedra de Óptica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid; posteriormente fue Profesor Jefe de Estudios en los Cursos II y III de «Óptica Técnica Superior» en el Instituto de Óptica «Daza de Valdés» del C. S. I. C., donde explicaba las asignaturas de Óptica Física y Cálculo de Sistemas Ópticos en el período 1951-1954. Obtuvo la Cátedra de Óptica 1.º y 2.º por oposición en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza el 8 de mayo de 1954.

Funda en 1967 en dicha Universidad la especialidad de Óptica en la Licenciatura de Físicas. En 1964 fue nombrado Profesor de Didáctica de la Física de la Escuela de Formación del Profesorado de Enseñanza Media y en el I. C. E. de la Universidad de Zaragoza.

Con independencia de su labor docente de investigación en la Universidad, debe señalarse que su historial científico se realiza siempre en el seno del C. S. I. C., donde fue becario del Instituto de Óptica «Daza de Valdés» durante el período 1947-1949, siendo promovido a Colaborador científico del Instituto Torres Quevedo en 1949. Alcanza la categoría de Investigador científico del Instituto de Óptica «Daza de Valdés» en 1951 permaneciendo en el mismo hasta 1954, cuando obtiene la Cátedra de Óptica de Zaragoza.

En 1957 fue nombrado Director del Grupo de Espectrometría de Masas y Separación de Isótopos subvencionado por la J. E. N. y el Instituto de Estudios Nucleares en la Facultad de Ciencias de Zaragoza, en cuyo cargo continúa en la actualidad.

En 1959 es nombrado Director de la Sección de Física Experimental del C. S. I. C. en la Facultad de Ciencias de Zaragoza y en 1969 se le promueve a Director del Departamento de Física Fundamental de dicha Facultad, Centro coordinado con el C. S. I. C. Durante el período 1970-1972 es Presidente de la Comisión de Investigación en Ciencias de la Educación en el CENIDE.

Ha trabajado en diversos Centros extranjeros de investigación, debiendo mencionarse entre otros: Laboratorio de Experiencias de Física de la empresa Leibold, en Colonia (Alemania); en la Oficina de proyecciones ópticas del Instituto de Óptica de París; en la separación de isótopos con ayuda de la Agencia Internacional de la Energía en el Instituto de Química-Física de la Universidad de Zurich, etc.

Ha dirigido 44 Tesis doctorales, publicado 36 trabajos científicos, escrito un Curso General de Óptica, colaborado en los aspectos científicos de su especialidad en tres importantes Enciclopedias y desarro-

llado 22 prototipos y patentes para la industria nacional. Bajo su dirección en la Cátedra de Óptica de la Universidad de Zaragoza se han realizado y publicado por sus colaboradores 59 trabajos de la especialidad.

Ha asistido a 21 Congresos y Reuniones Científicas internacionales, manteniendo intercambio y relación continuada con 15 entidades extranjeras.

De sus colaboradores 5 han alcanzado Cátedras de Universidad, 8 Agregadurías universitarias, 1 Cátedra de Escuela Universitaria, 7 son Adjuntos de Universidad, 3 Colaboradores científicos del C. S. I. C., etcétera.

El Profesor Casas Peláez es miembro del Comité Español de Óptica, miembro del Consejo Nacional de Física, miembro de la Comisión Internacional para la Enseñanza de la Óptica, Presidente de la Academia de Ciencias de Zaragoza, Académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias de Madrid, miembro del Patronato del Instituto de Estudios Nucleares, Decano de la Facultad de Ciencias de Zaragoza (1967-68), Rector de la Universidad de Zaragoza (1968-72), Consejero de número del C. S. I. C., medalla de Investigación de la Real Sociedad de Física y Química, Gran Cruz de Alfonso X el Sabio, Primer Premio de Investigación en Física (1976), Encmienda con Placa de la Orden de Cisneros, y desde febrero de este año, Presidente del C. S. I. C.

#### *Toma de posesión del Presidente del C. S. I. C.*

La toma de posesión del nuevo Presidente del C. S. I. C., Prof. Casas Peláez, tuvo lugar en la sede Central de este Organismo el día 10 de febrero. Estuvo presidida por el Ministro de Educación y Ciencia Profesor Menéndez y Menéndez.

Con este motivo el Sr. Ministro pronunció un importante discurso que ha sido editado por la revista «Arbor» y difundido posteriormente a todo el personal del C. S. I. C.

Por eso nos limitamos aquí a subrayar algunas ideas o intencionalidad de su contenido:

1.º El C. S. I. C. es la Institución más importante y más específicamente relacionada con la investigación científica nacional.

2.º Misión del Ministerio de Educación y Ciencia: atender y desarrollar sin preferencias, la Educación, la Ciencia y la Cultura.

3.º Los servicios prestados al país por el C. S. I. C. son innegables. Debe mostrarse gratitud a quienes han consumido en su servicio sus energías y sus mejores años.

4.º Servicios prestados a destacar: establecimiento de un sistema de relaciones científicas con todos los países; formación de científicos y profesores, con trasvase a la Universidad de núcleos numerosos y valiosos de los equipos así formados; prestigio de los Institutos que han prestado servicios a las empresas, y en general a toda la economía de la nación, bajo diversas modalidades de actuación; reclutamiento y

formación de personal investigador, que se ha formado o perfeccionado en los más importantes Centros científicos extranjeros.

5.º Responsabilidad del C. S. I. C.: obtener el rendimiento preciso del personal y los medios de que dispone, puestos al servicio de la comunidad.

6.º Dependencia del futuro del país, en buena parte, de la respuesta que los científicos puedan dar a los problemas que existen en todos los campos del conocimiento básico y aplicado. Necesidad de acomodar, elevándolos, nuestros niveles científicos y tecnológicos, a la expansión acelerada que nuestra economía ha tenido.

7.º Problemática de nuestra investigación: escasa dotación de recursos financieros, en primer término; falta, quizá, de conciencia en la Sociedad española del poder decisorio de la labor investigadora; necesidad de que la Ciencia española de respuesta satisfactoria a los problemas fundamentales de nuestro país y no viva encerrada en su propio ambiente; validez de las actuales estructuras y sistemas para potenciar la investigación; consideración de los problemas humanos de la Comunidad investigadora.

8.º Bases para hacer frente a la problemática esbozada: afrontar las cuestiones expuestas con la asistencia y colaboración de todos; propiciar los cambios que se consideren más útiles y convenientes para alcanzar las metas que se programen a corto, medio y largo plazo; dotar al Consejo, en breve, de un reglamento orgánico, para establecer un marco adecuado que propicie el logro de dichos objetivos.

9.º Necesario diálogo entre la Administración y la Comunidad investigadora para establecer los objetivos prioritarios propuestos, para sugerir igualmente con las metas a alcanzar, los medios que para ello se juzgan precisos; enumeración de problemas concretos a afrontar; evitar dispersión de esfuerzos en los campos que se elijan en atención a nuestros medios limitados; investigación de la máxima calidad y rigor; asegurar orgánicamente en las estructuras que se establezcan la participación de todos sus protagonistas; colaboración responsable del personal en la preparación de reglamentos y estatutos; presencia efectiva del mismo en los órganos de gobierno, gestión y consulta. Permeabilidad y colaboración entre la Universidad y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas; oportunidades de promoción para todas las clases de personal; expansión equilibrada de los Centros desde un punto de vista regional.

10. Esperanza, mejor convencimiento, de que el esfuerzo renovador del C. S. I. C. encontrará acogida y apoyo por la Comisión Delegada del Gobierno de Política Científica, y de su órgano de trabajo la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.

La creación de la Dirección General de Política Científica debe incidir también en potenciar el desarrollo y la coordinación de la investigación propia del Ministerio y la ajena.

Confianza en que podrá llegarse a la autonomía financiera y de gestión del C. S. I. C.

11. Modo de hacerse la reestructuración del C.S.I.C.: Con el máximo cuidado, con suma cautela y con los necesarios períodos de adaptación.

La realización de la misma se encomienda por eso a un hombre del Consejo, muy preparado, el Prof. Casas. Cabe esperar que logre una renovación, que conserve lo que el mismo tiene de valioso, y desarrolle todas las potencialidades que encierra.

#### CARTA DEL PRESIDENTE DEL C. S. I. C. AL PERSONAL DEL MISMO

El Presidente del C. S. I. C., Prof. Casas Peláez, ha enviado con fecha 23 de febrero una carta a *todo* el personal de la Institución. Este hecho, ciertamente infrecuente, muestra los deseos del nuevo Presidente de iniciar una etapa de diálogo y de mayores contactos con el personal, que merece ser subrayado y aplaudido, ya que con el saludo que contiene se expresa el anhelo de iniciar contacto directo, continuo y pormenorizado con los Centros y estamentos.

De la carta del Prof. Casas destacaríamos en un afán de buscar la esencia de la misma:

- a) Conducir al C. S. I. C. a la plenitud en el cumplimiento de sus fines.
- b) Defender al Consejo de cualquier ingerencia que trate de mediatizarlo.
- c) Deseo de que sus miembros observen una conducta pública limpia y honesta.
- d) Afán de vencer las dificultades que se oponen a alcanzar los objetivos del C. S. I. C., en primer lugar y con carácter urgente las referentes a elaborar un nuevo Reglamento orgánico, provisión de plazas vacantes y superación de las situaciones socioeconómicas de determinados sectores y grupos del personal.
- e) Lograr que el Consejo ocupe el puesto destacado —conseguido por su efectividad— que le corresponde por su naturaleza en el campo de la investigación y la cultura de nuestro país.
- f) Establecimiento de una estructura ágil y adecuada a sus fines, conseguida con la colaboración, el trabajo y la ilusión de todos.
- g) Esperanza de que a través de una labor así entendida, se logre dar al C. S. I. C. la efectividad que el país precisa y espera, sacando el provecho adecuado del ignorado e inmenso caudal de posibilidades de la Institución, que sólo sus miembros conocen, y por eso sabrán movilizar.

#### NOMBRAMIENTO DEL PROF. SUAREZ Y SUAREZ COMO DIRECTOR GENERAL DE EDUCACION BASICA

Por Real Decreto 92/1977 de 4 de enero del año en curso, ha sido nombrado Director general de Educación Básica el Prof. D. Andrés Suárez y Suárez, que ostenta actualmente el cargo de Director de la Estación Agrícola Experimental de León del C. S. I. C.

*Historial científico y docente del Prof. Suárez*

Andrés Suárez y Suárez, natural de León, nacido el 4 de abril de 1920, casado, con domicilio en la misma ciudad.

Cursó la Licenciatura de Veterinaria en la Facultad de León y el Doctorado en la de Madrid. En 1948 fue nombrado Profesor Ayudante de Agricultura y Economía Agraria en la Facultad de Veterinaria de Madrid consiguiendo, por oposición, en 1952 la plaza de Profesor Adjunto de esta misma disciplina.

En enero de 1948 fue nombrado becario del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y en 1952 Profesor Agregado.

Ha estudiado en las Universidades de Pisa y Milán y visitado otros Centros de su especialidad en el extranjero.

En 1964 obtuvo por oposición la Cátedra de Agricultura y Economía Agraria de la Facultad de Veterinaria de León, siendo entre 1963 y 1976 Decano de la misma.

En 1960, al crearse la Estación Agrícola Experimental de León, fue nombrado Director, cargo que sigue desempeñando en la actualidad. En 1972 fue elegido Consejero de Número del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Ha publicado más de una veintena de trabajos relacionados con su especialidad, dictado conferencias sobre distintos temas y traducido cinco libros.

Fue Director del Seminario de Estudios Sociales de León, pasando a serlo de la Escuela Social al crearse ésta en 1965. En la Escuela Social es también Profesor de Economía Española.

Ha sido Decano de la Facultad de Veterinaria desde 1963 a 1966 por elección del Claustro.

## 6.º CURSO INTERNACIONAL DE FERTILIDAD DE SUELOS Y NUTRICION VEGETAL

Al igual que en años anteriores, se celebra este Curso con la colaboración del Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Instituto de Edafología y Biología Vegetal, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

Tendrá lugar en Madrid, entre los meses de marzo a julio de 1977.

Cuenta además con la colaboración de varios organismos oficiales: Dirección General de Cooperación Técnica Internacional e Instituto de Cultura Hispánica, del Ministerio de Asuntos Exteriores y del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, del Ministerio de Agricultura. Además brindan su apoyo otros organismos oficiales y privados.

La dirección del Curso está a cargo de D. Valentín Hernando Hernández, siendo Secretario D. Carlos Ortega Sánchez-Comendador.

### Programa del Curso

La lección inaugural estará a cargo del Prof. D. Carlos Roquero de Laburu, Catedrático de Edafología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

La Conferencia versará sobre: *Determinantes edafológicos de la fertilización en Iberoamérica*, y tendrá lugar en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, el 7 de marzo de 1977.

Profesor Angel Hoyos de Castro, Catedrático de Edafología de la Facultad de Farmacia, Universidad Complutense. Director del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C. S. I. C. Tema general: *Los suelos españoles*: 1. El suelo, entidad natural. 2. El problema de las clasificaciones de los suelos. 3. Los suelos en España.

Profesor Luis Bramaio, Ex-Jefe de la Oficina de Recursos de la F. A. O. Servicio Agronómico Nacional de Portugal. Tema general: *Los suelos y su clasificación*: 1. The concept of soil and soil classification. 2. Soil classification, particularly in relation to Central and South American Soils. 3. The major soils of South America. 4. Soils (including soil fertility, etc.) climate topography in relation to land use and agricultural potentialities of South America. 5. Continuation of subject no. 4. 6. Discussion of the whole subject of the five previous lectures.

Profesor Stephane Henin, Jefe del Departamento de Agronomía del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas de Versailles (Francia). Tema general: *Fertilidad de suelos: Aspectos físicos*: 1. Le profil cultural du sol. Son formation. 2-3. L'eau dans le sol. 4. L'aération. Repliqué des plantes à l'aération. 5-6. La texture et structure du sol et leur signification dans son fertilité.

Profesor E. W. Russell, Universidad de Reading. Departamento de Ciencias del Suelo (Inglaterra). Tema general: *Fertilidad de suelos. Aspectos químicos*: 1. Exchange base. 2. Soils acidity. 3. Calcium and calcareous soils. 4. Salinity and sodium excess. 5. Management of perennial crops. 6. Management of wet soils.

Profesor Valentín Hernando Fernández, Vicedirector del Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid y Jefe del Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del C. S. I. C. I. Tema general: *Relación suelo-planta. Aspectos básicos de la fertilidad de suelos y nutrición de las plantas*. 1-2-3. Nitrógeno. 4-5-6. Fósforo. 7-8. Potasio. II. Tema general: *Cultivos de secano*: 1-2. El trigo: rotaciones.

Profesor Wolfgang Bussler, Prof. de Nutrición Vegetal de la Facultad de Desarrollo Agrícola de la Universidad Técnica de Berlín. Tema general: *Nutrición de plantas y alteraciones*: 1. Magnesium and Sulphur in vegetal nutrition. 2. Trace elements in vegetal nutrition.

3. The development of symptoms of deficiencies and toxicities. 4. The dependance of the development of deficiency symptoms from the physiological function of a nutrient. 5. Comparison between Potassium, Calcium and Magnesium deficiencies. 6. The characteristics of disorders in Boron nutrition. 7. Different symptoms of Molybdenum deficiency. 8. A physiological test for available Boron in soils.

Profesor Marcel Víctor León Homés, Director del Instituto Botánico Léo Errera y Prof. de la Universidad Libre de Bruselas (Bélgica). Tema general: *Optimización de la nutrición y del abono mineral de los vegetales*: 1-2. Origin of the establishment of quantitative relationship in plant nutrition. Classical formulation and their use. 3. Relationship based on physiology. 4. Methods arising from the existence of those relationships. 5. Relations concerning mineral composition of plants. 6. Examples of use and prospects.

Profesor Hans E. Oberlander, Director del Departamento de Isótopos de la Estación Experimental Federal de Química Agrícola de Viena. I. Tema general: *Dinámica de la materia orgánica en suelos de cultivo*: 1. Origin and action of soil organic matter. 2. Decomposition and humification of organic manures in soil. 3. Kinetics of the turnover of organic matter in soil. II. Tema general: *Aspectos fisiológicos de la nutrición mineral de las plantas*: 4. The absorption of ions by plant roots. I) Passive processes. 5. The absorption of ions by plant roots. II) Active processes. 6. The translocation of ions into plant shoots.

Profesor Arnold Finck, Director del Instituto de Nutrición Vegetal y Edafología de la Universidad Christian Albrechts de Kiel. Tema general: *Problemas de la fertilidad de suelos, principalmente los relacionados con los aspectos biodinámicos*: 1. The main soil fertility problems of different soil types. 2. Soil fertility exhaustion and regeneration. 3. Biodynamic aspects of soil structure formation. 4. Biodynamic aspects of nutrient mobilisation and immobilisation. 5. Biodynamic aspects of production and effects of growth substances, antibiotic etc. 6. Evaluation of soil fertility.

Profesor Faustino García Lozano, Catedrático de Hidráulica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Tema general: *La fertilidad de suelos: Necesidad de agua. Riegos*: 1. El complejo agua-suelo. 2. Los estados del agua en el suelo. 3. Cálculo de las dosis de riego. 4. Normativa para la medición de las dosis de riego y humedad. 5. Estudio del suelo como medio conductor de agua. 6. Factores prácticos del riego. 7. Diseño de unidades parcelarias, según sistema de riego y módulo de utilización. 8. Métodos o sistemas de riego. 9. Sistemas de riego de superficie. 10. Dimensión de los riegos de superficie en parcela de riego. 11. Riegos por aspersión. 12. Riegos por goteo y pulverización. 13. Riegos subterráneos y con aguas salinas.

Profesor Orfeo T. Rotini, Prof. de Química Agrícola de la Universidad de Pisa. Miembro del Consejo Superior del Ministerio de Agricul-

tura italiano. Tema general: *El medio de cultivo*: 1-2. Nutrición foliar. 3-4. Cultivos hidropónicos. 5-6. El suelo como medio de cultivo.

Profesor César Gómez Campos, Catedrático de Fisiología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Tema general: *Metabolismo vegetal*: 1. Fotosíntesis. 2. Respiración. 3. Metabolismo nitrogenado. 4. Metabolismo secundario. 5. Aspecto energético y regulatorios. 6. El agua y la planta.

Profesor Ernesto Vieitez Cortizo, Director del Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia del C. S. I. C. Tema general: *Hormonas vegetales*: 1. Naturaleza hormonal del crecimiento de las plantas. 2. Auxinas sintéticas. 3. Fenómenos regulados por las hormonas vegetales. 4. La propagación vegetativa. Las auxinas y la propagación vegetativa. 5. Casos especiales de propagación vegetativa. 6. Herbicidas hormonales.

Profesor Luis Mellado Brauns, Jefe de la Sección de Aplicaciones de la Energía Nuclear a la Agricultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Tema general: *Aplicaciones de isótopos en estudios sobre fertilidad de suelos y nutrición vegetal*: 1. Radioisótopos y radiaciones: conceptos básicos. Unidades. Actividad específica. Nociones básicas sobre manejo de sustancias radiactivas y protección radiológica. Isótopos estables. 2. Aplicación de radioisótopos en estudios sobre fertilidad de suelos: principios básicos. Valores «E», «L» y «A». Aplicaciones prácticas de dichos valores en: evaluación de fertilizantes, contrastación de técnicas analíticas y métodos de abonado. Normas prácticas para el diseño y realización de experimentos de campo, utilizando radioisótopos. 3. Isótopos estables: aplicación de N-15 en estudios de fertilización. Normas prácticas para el diseño y realización de experimentos de campo, utilizando N-15. Fijación biológica de nitrógeno atmosférico. 4. Sistemas radiculares: estudio del desarrollo y actividad de sistemas radiculares utilizando isótopos. Técnicas para experimentos de campo en cultivos arbóreos. 5. Nociones sobre uso de radioisótopos en experimentos de absorción radicular y foliar de nutrientes. Traslocación de nutrientes. 6. Determinación de la humedad del suelo, utilizando sondas de neutrones. Conceptos básicos. Aplicaciones en Agricultura.

Tema general: *Nuevos regadíos*

Profesor Joaquín Bardaji Cando, Doctor Ingeniero Agrónomo. Jefe de la Sección de Cartografía y Análisis de Suelos del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario. Tema: *El problema de la salinación en los nuevos regadíos*.

Profesor Antonio Ruiz San Miguel, Doctor Ingeniero Agrónomo Jefe de la Sección de Cartografía y Análisis de Suelos del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (Badajoz). Tema: *Nuevos regadíos y nuevas plantaciones*.

Profesor Enrique Rodríguez Ocón, Doctor Ingeniero Agrónomo Jefe

tura del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (Granada). Tema: *Riegos por aspersión.*

Profesor Federico Balbontín Gutiérrez, Doctor Ingeniero Agrónomo. Jefe de la Sección de Planes del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario. Tema: *Cultivos deseables en los nuevos regadíos.*

Profesor Juan Manuel Pazos Gil, Doctor Ingeniero Agrónomo. Jefe del Servicio de Planificación del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario. Tema: *Factores que deben considerarse para la transformación del suelo en regadío.*

Profesor Manuel López González, Doctor Ingeniero Agrónomo Jefe de la Sección de Planes del Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (Sevilla). Tema: *Sistemas adecuados para el cultivo de los nuevos regadíos.*

Tema general: *Producción y uso de fertilizantes*

Profesor José Antonio Odriozola Calvo, Doctor Ingeniero Industrial. Director Gerente de Abonos Complejos del Sureste. 1-2. Fertilizantes nitrogenados.

Profesor Enrique Ramos Carpio, Doctor Ingeniero Industrial. Profesor encargado de Cátedra de Tecnología Química Inorgánica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Jefe de Producción de la División de Química Inorgánica de Unión Explosivos Río Tinto, S. A. 3-4. Fertilizantes fosfatados.

Profesor José Antonio Gómez Arnau, Ingeniero Agrónomo. Director Técnico de Plaguicidas División de Química Inorgánica, Vicepresidente del Centro Internacional de Abonos Químicos, Prof. de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 5-6. Fertilizantes potásicos complejos y especiales.

Profesor Jesús García de Diego, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Tema general: *Mecanización y aplicación de fertilizantes:* 1-2. Mecánica del terreno de labor. 3-4. Mecánica de la rodadura. 5-6. Técnica del laboreo.

Profesor Erwin Welte, Director del Instituto de Química Agrícola de la Universidad de Göttingen (Alemania Federal). Tema general: *Los fertilizantes y su adecuada aplicación:* 1. Profitability and optimal use of fertilizers in a high develop agriculture. 2. Liquid fertilizers, their use in modern agriculture. 3. Management and timing of fertilization in intensive farming. 4. Fertilization and human health. 5-6. Horticultural fertilization.

Profesor Pablo Quintanilla Rejado, Subdirector general de la Producción Vegetal del Ministerio de Agricultura. Tema general: *Empleo de los fertilizantes:* 1. Eutrofización y fertilizantes. 2. Abonado de cereales en primavera. 3. Abonado forestal. 4. Abonado de praderas y otros cultivos forrajeros. 5. Abonado del olivar.

Profesor Luis Heras Cobo, Vicedirector de la Estación Experimental de «Aula Dei» de Zaragoza del C. S. I. C. Tema general: *Suelos y fertilizantes con relación a la agricultura*: 1-2. Factores limitantes y condicionantes del suelo para el establecimiento de plantaciones frutales. 3-4. Programación de abonado en fruticultura. 5-6. Clorosis férrica en fruticultura.

Profesor Luis Jimeno Martín, Prof. de Investigación del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C. S. I. C. Tema general: *Enfoque matemático de los estudios de fertilidad de suelos y de la aplicación de fertilizantes*: 1. Diseños para experimentación de campo. 2. Modelos polinómicos de los rendimientos de cosechas. 3. Optimización de las recomendaciones de fertilización a nivel zonal. 4. Los análisis de suelos como instrumento de previsión de las necesidades de fertilización.

Profesor Octavio Carpena Artés, Catedrático de Química Agrícola de la Universidad Autónoma de Madrid. Tema general: *Citricultura*: 1. Suelos aptos para cítricos. 2. Nutrición mineral de los citrus. Métodos de diagnóstico. 3. Nutrición mineral de los citrus. Metabolismo. 4. Tecnología de los citrus.

Profesor Enrique Fernández Caldas, Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife del C. S. I. C. Tema general: *El cultivo y la fertilización del plátano*: 1. Suelo y fertilidad. 2. Técnica de cultivo. 3. Nutrición. 4. Plagas.

Profesor Salvador Peris, Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid. Tema general: *Ecología*: 1. Factores ambientales. Ecosistemas. 2. Las plagas como problema ecológico.

Profesor Salvador Rivas Martínez, Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid. Tema general: *Pastos naturales como reserva de ecotipos*. 1. Pastos naturales como reserva de ecotipos. 2. Paisaje natural y antropozógeno. Interdependencia entre factores geológicos, ecológicos y biológicos.

Profesor Thomas Walsh, Director del Instituto de Agricultura de Dublín (Irlanda). Tema general: *El suelo y la nutrición de pratenses*.

Profesor Manuel Ocaña García, Catedrático de Agricultura y Economía Agraria de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Tema general: *Aprovechamiento de pastos*: 1. Clasificación, ecología y dinámica de los pastos. 2. Tipos de pastos españoles. 3. Métodos botánicos de valoración de pastos. 4. Métodos químico-bromatológicos de valoración de pastos. 5. Utilización zootécnica del pasto. Calidad, producción y manejo del pasto. 6. Economía de la utilización del pasto.

Profesor Benito Orihuel Gasque, Catedrático excedente. Experto en producción de tomate de invierno. Tema general: *Cultivo de tomate*: 1. Tomate de invierno. Semilleros. 2. Tomate de invierno. Cultivo. 3. Tomate de invierno. Comercialización.

Profesor Dieter Wienberg, Ex-Director del Centro Experimental Económico Agrario de «La Mayora», Málaga; del C. S. I. C. Tema general: *Cultivos extra-tempranos: Comercialización*: 1. Comercialización de productos agrícolas. 2. Métodos modernos para el cultivo del fresón.

Profesor José Cardús Aguilar, Director de la Estación de Floricultura de Cabrils (Barcelona) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Tema general: *Cultivos bajo cubierta. Floricultura y horticultura*: 1. Aspectos generales del cultivo bajo cubierta. 2. Factores de clima y producción vegetal. 3. Estructuras, tipos de cubierta, equipos. 4. Posibilidades y control de los factores de clima. 5. El suelo, su fertilización y relaciones suelo-agua. 6. Consideraciones generales acerca de algunos cultivos florales.

### *Prácticas*

Cada alumno tendrá que realizar un estudio bibliográfico, sobre un tema de la especialidad, que entregará antes de finalizar el Curso y que deberá ser evaluado para su calificación.

Durante el desarrollo del Curso se realizarán excursiones técnicas, visitas a explotaciones y a zonas características, que servirán de base para preparar un estudio de condiciones de fertilidad de un área.

Patrocinados por el IRYDA (Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario), se visitarán zonas transformadas en nuevos regadíos para conocer su problemática y desarrollo.

### *Acto de clausura*

En este acto, que tendrá lugar, en principio, el día 14 de julio en el Rectorado de la Universidad Complutense, presidido por el Excelentísimo y Magnífico Sr. Rector de dicha Universidad, recibirán los alumnos que hayan acabado el Curso con aprovechamiento los correspondientes Diplomas.

El Excmo. Sr. D. Antonio Salvador Chico, Director General del Servicio de Capacitación y Extensión Agraria, pronunciará una conferencia sobre *La extensión agraria en España*.

### 8.<sup>a</sup> REUNION INTERNACIONAL DE MICROMORFOLOGIA DE SUELOS

Esta Reunión Internacional sobre Micromorfología y Micromorfometría de Suelos tendrá lugar en Granada, del 24 al 28 de mayo, en la Facultad de Farmacia de la Universidad granadina. La organización corre a cargo de la Universidad y el Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología «José María Albareda». El Secretario de la Reunión es

el Prof. Delgado Rodríguez, del Departamento de Edafología de la Facultad de Farmacia.

A lo largo de la Reunión tendrán lugar conferencias, presentación de comunicaciones y mesas redondas sobre diversos puntos seleccionados. A las sesiones científicas seguirá una excursión al sur de España, con visita a Córdoba, Sevilla y Jerez.

Las comunicaciones que se presentan se estudiarán agrupadas en los temas siguientes:

Métodos sobre Micromorfología de Suelos.  
Biología del suelo y formación de humus.  
Formación del suelo y clasificación.  
Micromorfología de formas especiales de los suelos.  
Paleoedafología.  
Micromorfología aplicada.  
Micromorfometría del suelo.

El Comité de organización de la Reunión está integrada por los siguientes miembros:

Prof. Dr. A. Hoyos, Presidente. Madrid.  
Prof. Dr. G. Paneque. Córdoba.  
Dra. J. Benayas. Madrid.  
Prof. de Investigación J. Martín Aranda. Sevilla.  
Prof. Dr. J. Aguilar. Granada.  
Prof. Dr. C. Dorronsoro. Granada.  
Dr. J. L. Guardiola. Granada.  
Prof. Dr. M. Delgado, Secretario. Granada.

El viaje postcongreso tendrá lugar del 24 de mayo al 2 de junio, ambos inclusive, y en ella se visitará Córdoba, Sevilla y Jerez de la Frontera, estudiándose en el recorrido diversos perfiles y lugares de interés.

La finalidad principal de la Reunión se cifra en hacer coincidir a personas que investigan sobre suelos y micromorfología sedimentaria procedentes de diferentes disciplinas para discutir sus implicaciones en los diferentes aspectos de la amplia problemática de los suelos y la micromorfología sedimentaria. En esta problemática se incluyen diversas áreas de interés sobre agricultura, paleoedafología, ingeniería, erosión, meteorización, edafología experimental, sedimentología, aprovechamiento de residuos, etc.

La correspondencia de la Reunión debe remitirse a: Prof. Dr. M. Delgado. Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia, Universidad de Granada (España).

## 19ª CONFERENCIA GENERAL DE LA UNESCO

La 19ª Conferencia General tuvo lugar en Nairobi, en noviembre del pasado año. Las deliberaciones sobre el Programa de Ciencias de dicha institución se celebraron en el seno de la Comisión I. En las sesio-

nes de Ciencias, la Delegación española estuvo representada por el Profesor Pérez Masiá, del C. S. I. C. y miembro de la Comisión española de Cooperación con la UNESCO.

La Delegación española había presentado un proyecto de resolución dedicado a dar mayor realce y profundidad a la participación de la UNESCO en la preparación de la 2.<sup>a</sup> Conferencia de las Naciones Unidas para la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo. Como consecuencia de existir sobre el particular otros proyectos, se discutió ampliamente sus contenidos, resultando un proyecto de resolución conjunto en el que el texto español quedó integrado en su totalidad, y que fue aprobado prácticamente de modo unánime. Este proyecto es acaso uno de los más importantes sancionados favorablemente por la Comisión de Ciencias, debiendo subrayarse la importancia que en él se da al «desarrollo endógeno integrado de los países, a través de la cooperación científica internacional, sobre la participación de la UNESCO en la formulación de una política científica y tecnológica integrada para el sistema de Naciones Unidas, sobre la importancia de la contribución de la UNESCO a la preparación de la Conferencia Mundial de la Ciencia y Tecnología y sobre la necesidad de incrementar la ayuda a los estados miembros para sus programas científicos».

Por lo que se refiere al programa denominado «La Ciencia en el mundo contemporáneo» debe señalarse que tiene un desenvolvimiento muy lento, y no ha tenido aún manifestaciones concretas importantes. La Delegación española presentó sobre él tres propuestas:

Conveniencia de lanzar un programa de cooperación científica internacional, de gran estilo y concentrando esfuerzos.

Ofrecimiento de celebrar en España un coloquio sobre genética y ética, previsto en el programa.

Apoyo al proyecto de resolución sobre utilización del idioma español, y que el mismo se tenga en cuenta en el plan de trabajo del próximo bienio.

Sobre Políticas Científicas y Tecnológicas, temas de gran tradición en el marco de la UNESCO, la Delegación española apoyó el proyecto de resolución que sirve de base a la actuación de la UNESCO en este campo.

Entre los puntos concretos del plan de trabajo para el bienio 77-78 —referente a Europa—, figura la celebración de la 2.<sup>a</sup> Conferencia de Ministros encargados de la Política Científica y Tecnológica de los Estados europeos. Probablemente se celebrará en Bulgaria. España debe participar en ella y debe iniciar con tiempo la preparación de la misma.

La principal intervención, dentro del tema de políticas científicas, se centró en el llamado proyecto SPINES, orientado a la realización de un programa muy ambicioso de intercambio, a nivel mundial, de la información que se produce en todos los países y en los organismos internacionales, en relación con la formulación de Políticas Científicas y Tecnológicas y de su gestión, así como sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo. El programa tiene, sin embargo, un coste muy elevado. Por esta razón el Director general de la UNESCO, propuso y finalmente se aceptó, comenzar por un proyecto prototipo de alcance más limitado, con la participación voluntaria de pocos

países para lanzar y poner en marcha el proyecto, que se prevé precise cuatro años.

Por lo que se refiere al tema «investigación y enseñanza superior» cabe señalar que se aprobó la celebración de un año internacional de la Ciencia y la tecnología y sendas resoluciones sobre fomento de la investigación científica y formación de personal científico superior y sobre investigación y formación tecnológicas.

Una propuesta muy importante fue presentada por USA, sobre desarrollo de los recursos humanos, a todos los niveles (internacional, regional y nacional), encaminado a facilitar la aplicación de tecnologías adecuadas a los problemas del desarrollo económico y social. El proyecto fue aprobado, e incorporado al plan de trabajo del próximo bienio.

En la Sección de Ciencias Ecológicas se efectuó el estudio combinado del programa con el correspondiente a «los asentamientos humanos y el medio sociocultural». La razón de este hecho está en la intención de la UNESCO de implicar a las Ciencias Sociales en el programa MAB. El proyecto de resolución presentado sufrió algunas correcciones tendentes a destacar la necesidad de tomar en consideración en la Sección de Ciencias Ecológicas los aspectos sociales y culturales del medio humano, y, recíprocamente, en el sector de ciencias sociales la interacción entre la sociedad y el medio. El programa MAB recibió beneplácitos de todas las Delegaciones y la resolución referente a él fue aprobado por unanimidad.

En la Sección de Ciencias de la Tierra el proyecto más importante es el Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG), en el que participan numerosos países, y que está en pleno funcionamiento con 55 proyectos de investigación, incluidos en cuatro sectores prioritarios. La ejecución del PICG es satisfactorio. No obstante se propuso crear un Consejo Directivo, con función similar a la del existente en el programa MAB, pues de esta forma se conseguiría una mayor participación de los Estados. Esta propuesta se llevará a la 20ª Conferencia General. Se aprobó por otra parte una resolución que constituye la base de la actuación de la UNESCO en el campo de las Ciencias de la tierra como elemento operacional básico, incluido en el PICG.

Finalmente se presentó un informe relativo a la Conferencia Internacional sobre la evaluación y la disminución de los riesgos sísmicos.

En la Sección de Ciencias del agua y Ciencias del mar, se debatieron los programas siguientes: Programa Hidrológico Internacional (PHI), iniciado en 1974, como continuación del Decenio Hidrológico Internacional. Participan 60 países, entre ellos España. Es un proyecto importante, particularmente para los países de pluviometría escasa.

La UNESCO, debe subrayarse, dedica por otra parte mucha atención a la formación de hidrólogos.

Dos programas se desarrollarán, en el campo de las Ciencias del mar: uno dedicado al fomento de dichas ciencias, con el fin de establecer una base científica para la utilización y ordenación racional del medio marino y sus recursos, y otro centrado en las actividades de la Comisión Oceanográfica Internacional.

Las resoluciones correspondientes a ambos fueron aprobadas e incluidas en los futuros planes de trabajo.

Debe finalmente subrayarse que el Delegado español participó muy activamente en las discusiones con propuestas, señalando la colaboración de España en los distintos programas, participación de las Comisiones nacionales, etc.

## SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIA DEL SUELO

Esta veterana Sociedad, tan estrechamente vinculada a las actividades del Instituto de Edafología y Biología Vegetal, comenzará próximamente una nueva etapa de su vida. A tal efecto ha convocado su Junta general para el día 23 de marzo en la sede del citado Instituto en Madrid.

Es propósito que en esta reunión pueda ser elegida una nueva Junta Directiva, y al propio tiempo abordar los problemas relacionados con las cuotas, efectuar un examen de las actividades a realizar y estudiar la relación con la Sociedad Internacional de Ciencia del Suelo.

Se desea al propio tiempo que el desarrollo de la reunión tenga carácter flexible para que los socios puedan presentar a lo largo de la misma sus observaciones, iniciativas y sugerencias.

## NOMBRAMIENTO DE SECRETARIO DEL CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DE SALAMANCA

Conforme la propuesta efectuada en su día por el Centro y el Patronato «Alonso de Herrera», la Comisión Permanente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ha nombrado Secretario del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca al Colaborador científico D. Aureliano Blanco de Pablos.

## DIMISION DEL DIRECTOR DEL CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL CUARTO (SEVILLA)

El Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, Prof. D. Francisco González García, ha presentado la dimisión de su cargo, razonándola en atención a sus deseos de dedicarse íntegramente a las tareas inherentes a la Cátedra de la que es titular en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla.

La Junta de Gobierno del Patronato ha lamentado profundamente esta decisión, que tenía el carácter de irrevocable, habida cuenta de la extraordinaria labor llevada a cabo por el Prof. González García, en los diferentes y relevantes cargos que ha ocupado en el C. S. I. C., División de Ciencias, Patronato «Alonso de Herrera» y en su propio Centro,

pues a través de la misma se ha puesto de manifiesto su aportación científica y humana para el desarrollo de dichos organismos y la realización de una investigación en los mismos sólida y realista como cabía esperar, dado su amor a estas Instituciones, inteligencia, ponderación, sentido del deber, dedicación, caballerosidad, preparación y tantas otras virtudes, por todos reconocidas.

Desde las páginas de esta Revista, tantas veces honrada con su colaboración, saludamos cordialmente al Prof. González García, manifestándole nuestro respeto por su decisión, que sin embargo lamentamos sinceramente.

Esperamos no obstante que su labor investigadora siga teniendo en esta Revista el marco adecuado para su publicación.

La Junta de Gobierno del Patronato ha expresado su deseo de que el Prof. González García sea nombrado Director Honorario del Centro del que fue creador y Director hasta el momento de su dimisión, y al propio tiempo ha reiterado su propuesta para que le sea concedida la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio en razón a su dilatada labor y brillante historial, que a juicio del Patronato, lo justifican plenamente.

Como Director en funciones del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto ha sido designado el Profesor de Investigación D. Manuel Chaves Sánchez, según acuerdo adoptado por la Comisión Permanente del Consejo Ejecutivo del C. S. I. C.

#### PROPUESTA DE DIRECTOR DEL CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL CUARTO

La Junta de Gobierno del Patronato «Alonso de Herrera», en atención a las circunstancias que se mencionan anteriormente, tomó el acuerdo de proponer al Profesor de Investigación D. Manuel Chaves Sánchez para sustituir al Prof. González García en la Dirección del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto.

Dicha propuesta fue aceptada y en consecuencia nombrado Director del CEBA del Cuarto el Prof. de Investigación Chaves Sánchez.

#### VIAJE DEL PROF. TRONCOSO

Durante los meses de septiembre-diciembre del pasado año el Profesor de Investigación A. Troncoso, del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (Sevilla), ha permanecido en el «Centro di Propagazione delle Piante», de Florencia (Italia), dirigiendo un grupo de trabajo sobre multiplicación vegetal invitado como «visiting professor» por el «Consiglio Nazionale delle Ricerche» italiano.

Igualmente, durante el mes de enero del año en curso, e invitado también por el citado C. N. R. como experto extranjero en problemas relacionados con la recolección mecanizada de la aceituna, ha realizado un desplazamiento por las principales zonas olivícolas italianas, finali-

zado en Roma, en la Sede Central del Consiglio, donde pronunció una conferencia-coloquio, cuya finalidad fue coadyuvar a la organización de los próximos planes de estudios italianos sobre el tema.

«Anales» se complace en subrayar el hecho de que un Profesor de Investigación español haya sido invitado a dirigir y programar estudios en un país como Italia, de tanta tradición en determinadas investigaciones sobre olivicultura.

## GRUPO ESPAÑOL DE TRABAJO DEL CUATERNARIO

En la Asamblea General celebrada el pasado mes de septiembre quedó aprobado el Reglamento del Grupo, a excepción de los capítulos V y VI, referentes a elecciones y relación con el Comité Español del Cuaternario, cuya redacción se encomendó al Presidente del GETC. Dichos capítulos se someterán al refrendo de la próxima Asamblea General.

Durante esta Asamblea, que se realizará durante la III Reunión Nacional, habrán de renovarse, conforme al procedimiento vigente, todos los cargos de la actual Junta. Las candidaturas podrán presentarse hasta el día 15 de mayo.

La Junta actual está integrada del modo siguiente:

*Presidente:* E. de Aguirre.

*Vocales:* J. de Porta (Vicepresidente).

J. Gallardo (Secretario).

T. Aleixandre (Tesorero).

M. Santonja (Publicaciones).

S. Mensua (Director de la III Reunión Nacional).

F. Fontariol.

A. Pérez González.

D. Serrat.

M. I. Ibáñez (Secretario de la III Reunión Nacional).

C. Martí.

## AUTORIZACIONES PARA REALIZAR FUNCION DOCENTE

El Patronato «Alonso de Herrera» ha concedido autorización al Profesor de Investigación D. Pablo Arambarri Cazalis, del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, para que pueda impartir la enseñanza correspondiente a la asignatura de Edafología, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla.

## INVITACIONES A PROFESORES EXTRANJEROS

A propuesta del Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid, el Patronato «Alonso de Herrera» ha recabado la autorización pertinente para que sea invitado el Prof. Mario Salerno, del Instituto di Patología Vegetale y titular de la misma Cátedra de la Universidad de Bari (Italia) y pueda trasladarse a nuestro país y pronunciar un ciclo de conferencias a instancia de la Sección de Fitopatología y Protección Vegetal del mencionado Instituto.

## PROGRAMA DE COOPERACION INTERNACIONAL CON IBEROAMERICA: BOLSAS DE ESTUDIO Y VIAJE

El «B. O. del Estado» núm. 33 de 8 de febrero ha publicado una Orden por la que se convoca un concurso de Bolsas de viaje y estudio en España y en el extranjero con el fin de desarrollar el Programa de Cooperación Internacional con Iberoamérica.

El texto de la citada Orden dice así:

Con el fin de promover la participación de Catedráticos, Investigadores, funcionarios y posgraduados en el Programa de Cooperación Internacional con Iberoamérica, se consignó en el capítulo IV, artículo 48, del Presupuesto del Departamento un crédito de 33.350.000 pesetas para bolsas de viaje y estudio.

El objeto fundamental de tal participación es dar a conocer proyectos de carácter cultural, científico y de formación profesional, mediante el intercambio de misiones formativas entre los países iberoamericanos y España.

En la distribución del crédito que con esta Orden ministerial se pretende, se ha procurado una mayor agilidad contable mediante la selección mensual de candidatos, con el propósito de atender no sólo a la personalidad y méritos de los diferentes solicitantes sino también a las circunstancias de calidad, contenido y carácter homogéneo de la misión que se propone, puesto que ha de desarrollarse dentro de un tiempo limitado y con dotaciones de cuantía variable.

En su virtud, este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero. Se convoca concurso público para la adjudicación de bolsas de viaje y estudio con cargo al Programa de Cooperación Internacional con Iberoamérica para las personas y en las condiciones que en esta disposición se establecen.

Segundo. Las bolsas de viaje y estudio podrán ser otorgadas únicamente para la realización de proyectos de carácter cultural, científico y de formación profesional, relativos a temas o materias de interés para el fomento de la cooperación entre los países iberoamericanos y España.

Tercero. Podrán concurrir a esta convocatoria:

1. Los españoles que hayan de realizar sus proyectos en España o en un país iberoamericano si en ellos concurren cualquiera de las siguientes condiciones: ser catedrático o profesor de cualquier nivel, grado o modalidad educativa, ya sea numerario, interino o contratado; pertenecer al personal investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas; ser funcionario de cualquiera de los Cuerpos Especiales de la Administración del Estado, destinado o adscrito al Ministerio de Educación y Ciencia; ser funcionario con titulación superior, de Organismos Autónomos dependientes del citado Ministerio; ser funcionario perteneciente al Cuerpo General Técnico de la Administración Civil, destinado o adscrito al mismo Departamento; ser personal colaborador de los Institutos de Ciencias de la Educación.
2. Los graduados de países iberoamericanos que hayan de realizar sus proyectos en España.

Cuarto. 1. Las solicitudes, modelo oficial, deberán presentarse en la Secretaría General Técnica (Subdirección General de Cooperación Internacional) acompañadas del curriculum vitae; de una memoria o proyecto de trabajo a realizar en la que conste la posible duración del mismo y la aceptación expresa del Centro que se compromete a dirigir el trabajo; del documento que acredite que el peticionario reúne las condiciones exigidas en esta Orden, y de los documentos complementarios que consideren precisos. La presentación de las solicitudes deberá realizarse durante los diez primeros días de cada mes, excepto el mes de agosto. El Jurado de Selección resolverá lo procedente antes del 30 del mismo mes.

2. Los adjudicatarios se comprometerán en la solicitud a justificar ante la Secretaría General Técnica la realización del viaje y del trabajo proyectado dentro de los tres meses siguientes a la fecha prevista para la finalización del trabajo. La no justificación en el plazo señalado, salvo causa de fuerza mayor, obligará al reintegro de las cantidades percibidas.

Quinto. La cuantía de las bolsas de estudio podrá alcanzar desde 25.000 a 150.000 pesetas y se determinará en el momento de la adjudicación, teniendo en cuenta el trabajo a realizar. La bolsa de viaje comprenderá igualmente el abono de los gastos de desplazamiento (clase turista si se utiliza el avión).

Sexto. El Jurado para la selección de los trabajos y adjudicación de las bolsas estará constituido en la forma siguiente:

Presidente: El Secretario general Técnico del Departamento.

Vicepresidente: El Subdirector general de Cooperación Internacional.

Vocales:

Un representante de la Dirección General de Relaciones Culturales del Ministerio de Asuntos Exteriores.

Un representante de la Dirección General de Cooperación Técnica Internacional del Ministerio de Asuntos Exteriores.

Un representante del Instituto de Cultura Hispánica.

Dos representantes designados por el Ministro de Educación y Ciencia.

Secretario: El Jefe del Servicio de Cooperación Multilateral y Coordinación de Programas de la Subdirección General de Cooperación Internacional.

Séptimo. Para la selección de solicitudes se tendrán en cuenta el interés del trabajo propuesto y las condiciones personales y científicas del solicitante. La Secretaría General Técnica podrá facilitar al Jurado instrucciones sobre prioridades en la concesión, en función de las necesidades y orientación general del Programa.

Octavo. A los efectos de este Concurso se reconoce a la Oficina de Educación Iberoamericana la facultad de presentación de candidatos para bolsas de viaje y estudio, ateniéndose a las condiciones que se señalan en esta Orden ministerial.

Noveno. Queda autorizada la Secretaría General Técnica para adoptar las medidas necesarias en el cumplimiento de lo dispuesto en la presente Orden.

#### CONFERENCIA DEL PROF. SALERNO

Organizada por el Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C. S. I. C. ha tenido lugar el día 21 de enero, en la sede del mismo, una conferencia del Prof. M. Salerno, Catedrático de Patología Vegetal de la Universidad de Bari (Italia).

El tema de la conferencia fue: «Aspectos fitopatológicos del cultivo de los agríos».

#### VIAJE REALIZADO A HISPANOAMERICA POR EL DR. D. FRANCISCO GIRELA VILCHEZ

El Prof. Girela Vilchez, de la Estación Experimental del Zaidín de Granada, ha realizado un importante viaje a distintos países hispano-americanos, del que facilitamos la siguiente noticia:

##### *Asunción*

Invitado por la Universidad Nacional de Asunción. Departamento de Física, desarrolló en ellos sendos cursillos sobre Análisis Térmico Diferencial y Difracción de rayos X, comprendiendo nueve lecciones cada uno, seguidos de las correspondientes prácticas instrumentales.

Independientemente de los citados cursos pronunció una conferencia sobre *Espectroscopía molecular*, seguida de coloquio.

Ha establecido las bases a fin de que estos contactos cristalicen en

colaboraciones científicas, en el sentido de realizar en España tesis doctorales por parte de postgraduados paraguayos, dirigidas por profesores españoles.

En el Centro cultural «Juan de Salazar», dependiente de la Embajada de España e invitado por el Sr. Embajador, pronunció una conferencia, seguida por numeroso público, sobre el tema «La Ciencia ante el problema de la escasez de alimentos».

### *Santiago de Chile*

En la Universidad de Chile tuvo una entrevista con el Decano de la Facultad de Ciencias Químicas, Dr. D. Carlos Mercado Schüller, a fin de establecer a través del Programa de Cooperación Internacional con Iberoamérica, un intercambio de académicos entre Chile y España.

Participó en cuatro sesiones de mesas redondas con los grupos de Química de Suelos, Análisis Instrumental, Química Vegetal y Microbiología de Suelos.

En el Departamento de Química Inorgánica y Analítica, y destinada a profesores y alumnos del Programa de Doctorado en Química, dictó la lección «Efectos del calor sobre propiedades de las sustancias», como parte del Curso «Métodos térmicos en Química».

Para los docentes de la Facultad de Ciencias Químicas y alumnos de postgrado pronunció la conferencia, seguida de coloquio, sobre el tema «Scanning en Difracción de rayos X, A. T. D. y otros».

Visitó el Departamento de Química de la Sede Oriente de la Universidad Católica de Chile (Sede Santiago), e igualmente el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía (Universidad de Chile, Sede Santiago Sur), tratando en ambas entrevistas de consolidar los lazos ya existentes con motivo de anteriores visitas a estos Centros.

### *Valparaíso*

En la Universidad de Chile, Sede Valparaíso, se entrevistó con el Sr. Vicerrector, D. Ramón Salinas, al objeto de estudiar la conveniencia y posibilidad de un intercambio de profesores de esa Universidad con Investigadores españoles.

En el Departamento de Química desarrolló una conferencia sobre «Técnicas termoanalíticas», seguida de una mesa redonda con profesores y postgraduados.

En la Universidad Técnica Federico Santa María, después de girar una visita a las instalaciones y laboratorios de investigación, desarrolló una mesa redonda para discutir los trabajos que sobre análisis térmico diferencial aplicado a carbones del Sur de Chile y sales inorgánicas se están desarrollando en este Centro.



### *Lima*

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos asistió a la presentación de la Estación Experimental del Zaidín, a los solemnes actos de la Institución del Seminario «José María Albareda». Dentro de los actos que se desarrollaron con este motivo intervino en el desarrollo de dos lecciones que versaban sobre «Aplicación del Análisis Térmico Diferencial en Geología».

Con el Rector de la Universidad de S. Marcos, Prof. Guevara, los profesores D. A. Alberca y D. A. Bueno y el Embajador de España mantuvo conversaciones tendentes a acrecentar la cooperación de la Universidad de S. Marcos y la Estación Experimental del Zaidín en el terreno científico, ya iniciada con motivo de viajes anteriores.

### *Bogotá*

En el Instituto «Agustín Codazzi» pronunció una conferencia sobre «Técnicas termoanalíticas», a la que asistieron un nutrido grupo de investigadores de este Centro, así como de la Universidad Nacional y del Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

Con las autoridades de estos Centros trató de la conveniencia de nuestra colaboración científica futura. En entrevista con el Sr. Embajador de España suscitó la necesidad de un mayor intercambio científico, en especial con el Instituto «A. Codazzi».

### *S. José de Costa Rica*

En la Universidad de Costa Rica, y en su Escuela de Química pronunció dos conferencias: «Análisis Térmico» y «Algunas aplicaciones del A. T. D.», seguidas ambas de coloquio.

Con los doctores Orlando Bravo y M. A. Constenla discutió acerca de las posibilidades de realización de la parte experimental termoanalítica de un trabajo en colaboración, en nuestros laboratorios, al carecer aquella Universidad del equipo adecuado. Se concretaría de esta forma un futuro programa de investigación conjunto para el que nuestro Embajador en S. José de Costa Rica se mostró, en entrevista que sostuvimos, muy interesado, dadas las actuales relaciones, en diversos campos, que España mantiene con la República de Costa Rica, culturales, tecnológica, científicos, etc.

CREACION DEL CENTRO DE FORMACION  
Y PROMOCION DE PERSONAL DEL C. S. I. C.  
(C. F. P. P.)

Por la Comisión Permanente del C. S. I. C., ha sido aprobado la creación de un Centro de Formación y Promoción de Personal del C. S. I. C., con el fin de colaborar a la política general de personal

y abrir nuevos cauces de promoción para las distintas escalas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Sus funciones serán:

- 1.º La formación de Diplomados de Investigación.
- 2.º La organización de cursos de perfeccionamiento y actualización para las distintas escalas de personal.
- 3.º En régimen de tutorías, facilitar ayuda científica y administrativa para alcanzar titulaciones superiores.

Con esta finalidad, el Centro organizará cursos de formación para la obtención del Diploma de especialización, que capacite al personal correspondiente para los concursos-oposición a plazas en que dicho Diploma se exija.

El CFPP impartirá sus enseñanzas, primordialmente a distancia, mediante una descentralización en los Institutos, desarrollando, en una primera fase, asignaturas de carácter general para las distintas áreas, según programas comunes que se acuerden. Por ser específico el Diploma para las distintas ramas de la investigación, se establece una segunda fase de especialización, mediante enseñanzas y técnicas realizadas en los propios Centros.

El CFPP controlará estas enseñanzas específicas, concertando con cada Centro las disciplinas y técnicas que habrán de impartirse para cada especialidad, y supervisando los cursos y las pruebas. El período de estas enseñanzas tenderá a desarrollarse en dos cursos, que podrá acelerarse por razones justificadas y siempre que el nivel científico y formativo quede garantizado.

Además de la actividad relativa a este Diploma, se atribuyen al CFPP otras misiones importantes:

Para una mejor adaptación a las distintas funciones de investigación, el CFPP promoverá, coordinará y participará en la organización de cursos de perfeccionamiento y actualización para las distintas escalas, contribuyendo con ello a la mejor promoción del personal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El CFPP ayudará también, administrativa y científicamente, al personal del C. S. I. C. que, en el ejercicio de su función, demuestre una capacidad superior a la labor que realiza y desee alcanzar titulaciones superiores, en Centros docentes de Bachillerato, de Formación Profesional y Universitarios.

Para ello, mediante el régimen de tutorías, creará cauces apropiados por áreas de especialización, estableciendo medios de ayuda y facilidades para la realización de cursos y preparación de asignaturas en contacto con los Directores de los Centros al que pertenezca el personal.

## NORMAS PARA LA COLABORACION EN «ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA»

1.ª *Envío*.—Los trabajos que se remitan para su publicación en ANALES DE EDAFOLOGIA tendrán que ceñirse exactamente a las normas contenidas en los siguientes apartados, debiendo ser enviados a la Secretaría de la REVISTA para su registro. Se devolverán todos los recibidos que no cumplan los requisitos ordenados.

2.ª *Título*.—El título de los trabajos deberá ser muy claro y preciso, reflejando claramente su contenido. Seguidamente se indicará nombre y apellidos de los autores, Centro donde ha sido realizado y fecha de envío a la REVISTA.

3.ª *Resumen*.—Obligatoriamente los artículos deberán ir acompañados por un resumen, que con toda claridad señale el objeto del trabajo realizado, algún detalle experimental, si es fundamental para la correcta interpretación de los resultados, y las conclusiones obtenidas. Este resumen debe efectuarse en castellano, y añadirse la traducción al inglés. Además, si se desea, podrá incluirse la versión del mismo en francés, italiano o alemán.

4.ª *Redacción del texto y presentación*.—Se procurará que la redacción sea lo más concisa posible. Los trabajos deberán escribirse a máquina en doble espacio y por una sola cara, no sobrepasándose en extensión las 20 holandesas. Los autores podrán indicar, por si puede atenderse, el tamaño de la letra en la que crean conveniente se realice la impresión.

5.ª *Bibliografía*.—La bibliografía deberá reducirse a la verdaderamente indispensable, que tenga relación directa con la investigación efectuada, evitándose los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.

Dichas referencias se incluirán siempre a la terminación del trabajo, numeradas correlativamente y ordenadas por orden alfabético de apellidos de autores. En cada cita se consignarán, en este orden, los datos siguientes:

Apellidos e iniciales del autor. Año de la publicación a que se refiere la cita-título del trabajo citado. Título del trabajo. Nombre de la publicación —abreviada de acuerdo con las normas internacionales—, en cursiva, y tomo y página a que se refiera la nota.

Para efectuar la referencia de un libro se indicarán los siguientes datos: Apellido e iniciales del autor. Año de la edición. Título en idioma original. Tomo. Edición. Publicación (todo ello en forma similar a las citas de revistas).

6.ª *Tablas, gráficos y fotografías*.—Salvo excepciones, no deberán emplearse de forma simultánea tablas y gráficos.

El número de gráficos deberá limitarse todo lo posible. En general se recomienda la yuxtaposición de curvas que puedan ser referidas al mismo sistema de ejes coordenados.

El número de fotografías deberá igualmente limitarse, enviando sólo las que realmente —teniendo en cuenta la reproducción— sean útiles, claras e ilustrativas.

Los gráficos y dibujos vendrán dibujados sobre papel vegetal y con tinta china. En la publicación tendrán una anchura de 12 o de 6 cm., o sea, la correspondiente a una o media anchura de plana de nuestra publicación. Los autores deben señalar el tamaño que desean para sus gráficos o dibujos, y tener en cuenta que las escalas de reducción más convenientes son de 2 a 1 y de 3 a 1. Los rótulos y signos de los mismos deberán ser de tal tamaño que su altura, una vez reducida, no sea inferior a 1,5 mm.

Cada gráfico deberá acompañarse de un número de orden, reproducido en el texto. En éste, se indicará el lugar aproximado de colocación de cada uno. Los pies de gráficos y dibujos, escritos a máquina, se enviarán en papel aparte.

Para las fotografías servirán observaciones similares.

7.ª *Fórmulas y expresiones matemáticas.*—En unas y otras debe procurarse la máxima claridad en su escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio, siempre que ello no entrañe riesgo de incompreensión.

8.ª *Caracteres de imprenta.*—Se ruega a los autores señalen en sus originales los estilos de los caracteres de imprenta que deban emplearse, de la manera siguiente:

Subrayar con una línea — las palabras en *cursiva*.

Subrayar con dos líneas = las palabras en **VERSALITAS**.

Subrayar con tres líneas ≡ las palabras en **VERSALES**.

Subrayar con una línea ~ las palabras en **negrita**.

Subrayar con una línea discontinua - - - las palabras **e s p a c i a d a s**.

9.ª *Pruebas.*—Deberán devolverse, debidamente corregidas, junto con el trabajo original, en el plazo de ocho días, a partir de la fecha de envío. Pasado este plazo sin recibirse, el trabajo perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones del texto original. Si el autor desea hacer alguna alteración del texto original que suponga gastos adicionales de impresión, éstos le serán facturados a precio de coste.

10. *Separatas.*—De cada trabajo se entregarán gratuitamente al autor 25 separatas. A petición de éste —hecha constar por escrito en la cubierta del original— podrán servírsele, a su cargo, las que desee.

11. *Examen de manuscritos.*—Los trabajos, una vez recibidos, pasarán a la Comisión de Publicaciones para informe.



EDAFOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

ANNALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
ANNALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA



FOR THE YEAR ENDING 31st DECEMBER 1947

THE EAST AFRICAN BANKING CORPORATION

INCORPORATED IN ENGLAND

AND REGISTERED IN THE REGISTER OF COMPANIES

IN ENGLAND UNDER NO. 1051171

AND IN THE REGISTER OF COMPANIES

IN NIGERIA UNDER NO. 1051171