

# ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Anal. Edaf. Tomo XII, Número 6. Pág. 495-578

Madrid, junio 1953

# ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL

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

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

Ejemplar.....	20 pesetas
Suscripción anual (doce números)..	160 »

Toda la correspondencia a

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

TOMO XII

NÚMERO 6

## SUMARIO

	<u>Páginas</u>
Variación en la capacidad de cambio y en la imbibición de un caolín ácido por tratamiento térmico, por <i>Angel Hoyos y Julio Rodríguez</i> ... ..	495
Experiencias con fertilizantes en suelos arenolimosos de la provincia de Toledo: Cultivo de trigo en secano, por <i>Valentín Hernando y Luis Jimeno</i> ... ..	507
La adaptabilidad de los ensayos rápidos de determinación del fóforo asimilable en los suelos del valle central del Ebro, por <i>Eusebio Carqué</i> ... ..	519
La Cartografía de suelos y la Agricultura. Memoria sobre el cometido y el valor de la cartografía de suelos al servicio de la Agricultura práctica, por <i>W. L. Kubierna</i> ... ..	529
Ensayo de cultivo de alfalfa en Galicia, por <i>Ernesto Vieitez y Gregorio Fraile</i> .	551
El trabajo de la División de Patología vegetal en la Estación experimental de Rothamsted, por <i>Sir William Ogg</i> ... ..	565

### INFORMACION

NOTAS.—IX Congreso Internacional de Genética.—Pensionado ... .. 575

### BIBLIOGRAFIA

*H. D. Hughes, M. E. Heath, D. S. Metcalfe*: Forages (577).

# VARIACION EN LA CAPACIDAD DE CAMBIO Y EN LA IMBIBICION DE UN CAOLIN ACIDO POR TRATAMIENTO TERMICO

por

ANGEL HOYOS y JULIO RODRIGUEZ

La estructura de la caolinita se conoce bien después de los trabajos de Brindley (1). En lo que se refiere al origen de su capacidad de cambio, no existe una concordancia total entre los autores. Nos ha parecido interesante estudiar la variación de la capacidad de cambio al someter un caolín a tratamiento térmico para ver si puede dar una idea de la naturaleza de las fuerzas que la regulan. Asimismo el estudio de la imbibición puede ayudar a comprender la naturaleza de las fuerzas que retienen unidos los paquetes de la caolinita en la partícula.

Hemos partido de un caolín estudiado por Hoyos y Delgado (2) que se ha convertido en caolín ácido por tratamiento continuado con ácido acético medio normal.

Se ha obtenido la curva de deshidratación por el método de Kelley (3). Los datos vienen expresados en la tabla I y en la figura 1.

TABLA I  
*Temperaturas*

Capsula n.º	100°	180°	300°	400°	500°	600°	700°	800°
1	0.38	0.63	0.56	1.30	3.10	—	—	—
2	0.44	0.57	0.57	—	—	—	—	—
3	0.35	0.53	0.56	1.18	3.10	4.99	—	—
4	0.34	—	—	—	—	—	—	—
5	0.36	0.49	0.54	1.10	3.10	5.18	5.61	5.71
6	0.33	0.47	0.57	1.30	—	—	—	—
Media	0.37	0.54	0.56	1.24	3.10	5.08	5.61	5.71

La pérdida de agua reticular se calcula a partir de la asíntota trazada gráficamente.

En las muestras calentadas a las diferentes temperaturas se

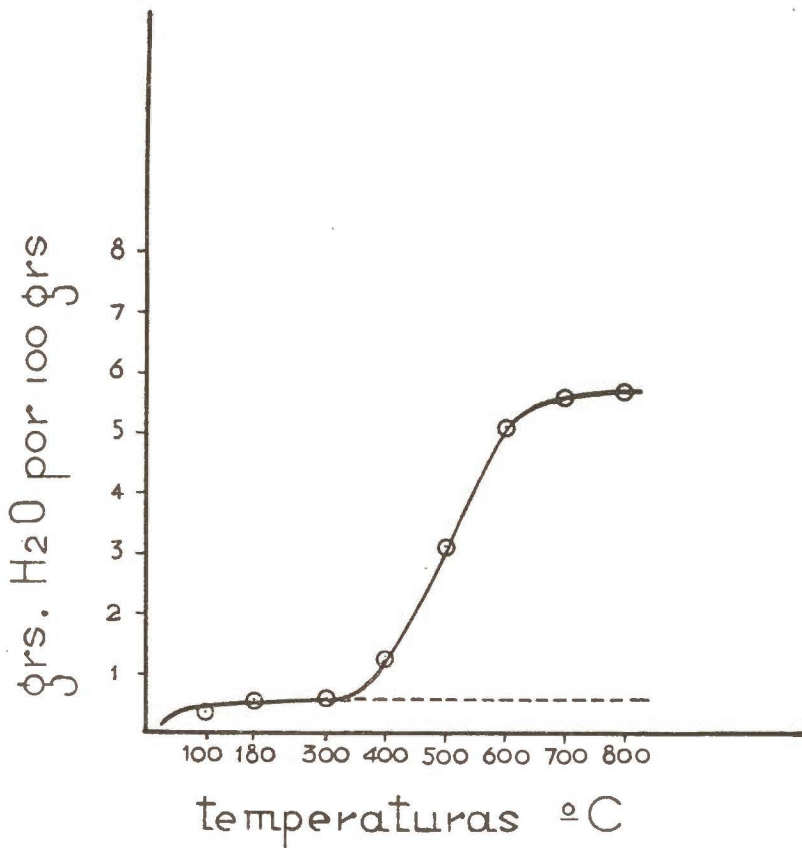


FIG. I.

ha determinado la capacidad de cambio. Con objeto de que la comparación sea más real se expresa la capacidad de cambio y la pérdida de agua reticular en muestra seca. Los datos vienen dados en la tabla II.

TABLA II

*Capacidad de cambio de muestras calentadas a diferentes temperaturas*

Muestra tratada	Cap. de cambio meq. por 100 gr.		1 Pérdida H <sub>2</sub> O reticular	2 % pérdida H <sub>2</sub> O reticular	3 Pérdida capacidad de cambio	4 % pérdida cap. cambio	3/1	4/1
	natural	m. seca						
Natural	10.3	10.3						
100°	9.0	9.0						
180°	9.0	9.0						
300°	8.7	8.7						
400°	8.1	8.0	0.68	13.2	0.7	8.0	1.03	0.60
500°	7.8	7.6	2.54	49.3	1.1	12.6	0.43	0.25
600°	6.6	6.3	4.52	87.7	2.4	27.5	0.53	0.61
700°	4.5	4.2	5.05	98.0	4.5	51.7	0.89	0.52
800°	4.5	4.2	5.15	100.0	4.5	51.7	0.87	0.52

Como indican las dos últimas columnas, no existe proporcionalidad entre la pérdida de capacidad de cambio y la pérdida de agua reticular. Las primeras pérdidas de esta última originan un descenso mayor en la capacidad de cambio. Para muestras tratadas a 700° y 800° sucede lo mismo.

Los datos experimentales de la imbibición vienen expresados en las tablas III-VIII y en la figura 2, en la cual la representación es logarítmica.

TABLA III

*Imbibición de la muestra natural*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	41.13	6 h. 15 m.	115.16
1 m.	47.29	19 h.	118.76
1 m. 30 s.	67.86	22 h.	118.78
2 m.	83.29	49 h.	123.39
2 m. 30 s.	98.71	70 h.	127.45
3 m.	106.47	99 h.	131.10
3 m. 30 s.	107.96	120 h.	134.70
4 m.	109.51	145 h.	137.78
15 m.	111.05	167 h.	140.35
25 m.	112.08	193 h.	143.99
45 m.	113.11	237 h.	146.52
2 h. 15 m.	114.13		

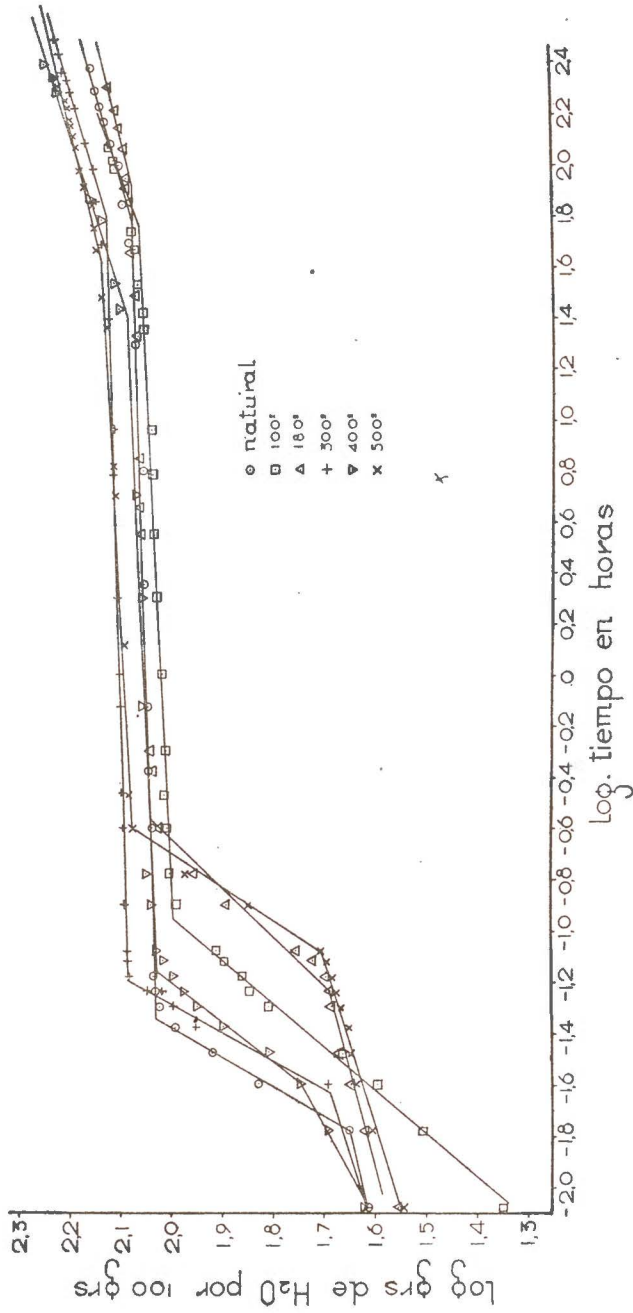


Fig. 2.

TABLA IV

*Imbibición de la muestra calentada a 100°*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	22.47	1 h.	104.89
1 m.	31.96	2 h.	106.89
1 m. 30 s.	39.46	3 h. 5 m.	108.89
2 m.	46.41	6 h.	109.86
3 m.	64.93	9 h.	110.38
3 m. 30 s.	70.92	23 h.	114.88
4 m.	73.92	26 h.	115.88
4 m. 30 s.	79.42	33 h.	118.38
5 m.	82.41	46 h. 5 m.	119.88
7 m. 30 s.	98.90	54 h.	122.87
10 m.	101.89	78 h.	124.87
15 m.	103.89	95 h. 5 m.	130.86
20 m.	104.43	102 h.	132.36
30 m.	104.64	116 h.	134.36
		122 h.	134.86

TABLA V

*Imbibición de la muestra calentada a 180°*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	35.74	30 m.	111.33
1 m.	41.87	3 h. 5 m.	115.42
1 m. 30 s.	44.94	4 h. 5 m.	115.93
2 m.	46.72	7 h.	116.44
2 m. 30 s.	48.00	21 h.	118.48
3 m.	49.02	30 h. 5 m.	120.53
3 m. 30 s.	49.53	45 h.	122.06
4 m.	50.05	70 h.	123.08
4 m. 30 s.	53.62	79 h.	123.10
5 m.	64.86	93 h. 5 m.	125.12
7 m. 30 s.	79.67	116 h.	126.66
10 m.	91.41	140 h.	129.21
15 m.	107.25	162 h.	131.76
25 m.	110.82	200 h.	136.86

TABLA VI

*Imbibición de la muestra calentada a 300°*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	41.32	2 h.	127.85
1 m.	46.18	6 h.	130.77
1 m. 30 s.	49.58	9 h.	131.74
2 m.	68.06	24 h. 5 m.	135.63
2 m. 30 s.	89.93	48 h. 5 m.	140.98
3 m.	99.66	72 h.	148.41
3 m. 30 s.	111.81	96 h.	146.33
4 m.	121.53	103 h.	148.27
4 m. 30 s.	122.50	122 h.	150.70
5 m.	123.48	167 h.	157.02
7 m. 30 s.	125.42	193 h.	160.91
15 m.	125.91	215 h.	164.80
20 m.	126.39	226 h.	167.23
45 m.	126.88	268 h.	179.87
1 h.	127.37	286 h.	183.27
		310 h.	185.22

TABLA VII

*Imbibición de la muestra calentada a 400°*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	41.28	45 m.	113.85
1 m.	49.41	2 h.	115.31
1 m. 30 s.	55.71	5 h.	118.70
2 m.	64.43	27 h.	128.39
2 m. 30 s.	78.97	34 h.	130.81
3 m.	89.63	48 h.	135.17
3 m. 30 s.	94.47	60 h.	139.05
4 m.	99.32	74 h.	147.77
4 m. 30 s.	104.16	197 h.	171.50
5 m.	108.01	221 h.	173.50
7 m. 30 s.	110.46	249 h.	181.60



TABLE VIII  
*Imbibición de la muestra calentada a 500°*

Tiempos	% de agua tomada	Tiempos	% de agua tomada
30 s.	35.35	6 h. 5 m.	132.09
1 m.	40.18	23 h.	135.61
1 m. 30 s.	43.69	30 h. 5 m.	140.13
2 m.	44.70	46 h.	143.14
2 m. 30 s.	45.70	56 h. 5 m.	144.65
3 m.	46.71	69 h. 5 m.	146.65
3 m. 30 s.	47.71	81 h. 5 m.	152.68
4 m.	48.92	93 h. 5 m.	155.16
4 m. 30 s.	50.22	118 h. 5 m.	157.20
5 m.	51.73	127 h.	158.71
7 m. 30 s.	71.82	142 h.	160.22
10 m.	95.42	149 h. 5 m.	161.22
15 m.	121.54	165 h.	162.73
20 m.	123.05	177 h.	164.23
25 m.	123.50	201 h.	170.76
30 m.	123.50	221 h.	173.27
1 h. 20 m.	125.56		
5 h.	130.54		

A partir de la representación logarítmica se han deducido los datos contenidos en la tabla resumen (Tabla IX).

TABLE IX  
*Resumen numérico de la representación logarítmica*

Muestra	Duración	Agua/ 100 grs.	Pendientes natural logarítmica		Agua tomada a los 30 s.
En equilibrio	0.5 m.	6.16	739.2	0.20	41.33
	1.75 m.	60.4	2070.8	0.83	
	57 h. 27 m.	12.5	0.21	0.015	
	135 h. 30 m.	23.7	0.17	0.15	
100°	6.5 m.	77.53	715.6	0.605	22.47
	57 h. 23 m.	17.5	0.30	0.025	
	101 h.	37.4	0.37	0.27	
180°	2.5 m.	18.3	228.0	0.14	35.74
	13.5 m.	61.9	275.1	0.48	
	82 h. 54 m.	10.2	0.12	0.015	
	116 h. 48 m.	15.7	0.13	0.14	

Muestra	Duración	Agua/ 100 grs.	Pendientes natural logarítmica		Agua tomada a los 30 s.
300°	1 m.	7.7	459.6	0.16	41.32
	2.5 m.	73.5	1764.0	0.92	
	60 h. 36 m.	13.7	0.22	0.015	
	255 h. 36 m.	37.6	0.14	0.14	
400°	1 m.	14.43	865.8	0.27	41.28
	2.5 m.	51.7	1240.8	0.59	
	25 h. 2 m.	15.7	0.62	0.024	
	196 h.	50.4	0.25	0.15	
500°	4.5 m.	15.6	208.0	0.17	35.15
	10 m.	62.1	372.6	0.71	
	40 h. 34 m.	24.9	0.61	0.038	
	58 h. 54 m.	31.2	0.52	0.13	

Se puede notar que, excepto para la muestra calentada a 100°, se pueden diferenciar cuatro tramos bastante bien definidos. El primero de pendiente logarítmica baja; a continuación otro de mayor pendiente; un tercero que es el que menor pendiente logarítmica posee y finalmente otro, de pendiente también baja pero bastante mayor que el anterior.

En un trabajo anterior (4) realizado con una bentonita ácida encontrábamos que, para muestras calentadas a 100°, 180° y 300°, se podían diferenciar hasta cinco tramos, de los cuales los tres primeros constituían el fenómeno de imbibición capilar, subdividido en puramente capilar, separación de partículas y capilar a través de poros con tensiones. En el caolín ahora estudiado, el primero de estos tres tramos es tan rápido que, prácticamente, no se puede trazar y corresponde al agua tomada en treinta segundos. En la muestra calentada a 100° parece faltar también el segundo tramo.

Comparando los resultados obtenidos se puede observar:

1.º) La cantidad de agua tomada a los treinta segundos sufre una disminución considerable para muestra tratada a 100°, siendo casi igual para las demás.

2.º) En el tramo que suponemos corresponde a separación de partículas, la pendiente logarítmica, tomada como índice de la mayor o menor dificultad con que se realiza el fenómeno, es máxima para muestra tratada a 400°. La rapidez del fenómeno indicada por el tiempo que tarda en realizarse y la cantidad de agua tomada parecen indicar que las uniones entre partículas son débiles y numerosas.

3.º) Para el tercer tramo, o de imbibición capilar a través de poros con tensiones, hay que notar la baja pendiente y el gran tiempo de la muestra calentada a 180°. Para la muestra tratada a 400° el fenómeno viene en parte influido por el fenómeno anterior.

4.º) La pendiente mayor en la muestra calentada a 100°, el tiempo tardado y el agua tomada permiten suponer que hay una superposición del fenómeno de separación de partículas correspondiente al segundo tramo, que falta en esta muestra, y el de imbibición intralaminar al cual corresponde este tramo. Este fenómeno en el caolín resulta muy difícil como lo demuestran los valores muy bajos de las pendientes logarítmicas. De todos modos es más fácil, rápido y numeroso para las muestras tratadas a 400° y 500°.

## DISCUSIÓN

En la estructura de la caolinita (1) las capas de OH de un paquete se disponen frente a los oxígenos de otro paquete, de tal manera que siempre se agrupan un OH con un O, lo que parece da solidez a la unión mediante la formación de puente hidrógeno. Estos paquetes, por otra parte, son neutros y, en principio, no pueden participar en el cambio de bases, ya que las sustituciones insomórficas, que son las responsables de la carga negativa en las partículas o láminas de montmorillonita, no se presentan en la caolinita.

Como causas originarias del cambio de bases se pueden suponer los siguientes:

- 1) Al romperse la red lateralmente quedan uniones Si-O y

Al-OH capaces de unir cationes las primeras y aniones las segundas. Como el número de estas uniones rotas es el mismo, la capacidad de cambio de cationes y de aniones tiene igual valor. Esta suposición es aceptada por la mayor parte de los autores (5).

2) En esta interrupción de la red pueden quedar libres uniones Si- y Al- que, debido a su carga, pueden atraer dipolarmente a una molécula de agua, ya que el oxígeno de la misma ocupa el mismo lugar que el oxígeno de la red, supuesto no rota. Los protones del agua serían cambiables por otros cationes. Esto sería más fácil en el caso del silicio por su mayor campo eléctrico.

3) Los oxígenos basales podrían adsorber OH o moléculas de agua por el carácter dipolar que presentan. El H de los OH o de las moléculas de agua podría cambiarse por cationes. Esta opinión de determinados autores (6, 7) parece venir apoyada por otras experiencias (8, 9, 10, 11).

Intentemos ahora explicar los resultados obtenidos en la capacidad de cambio y en la imbibición.

En el caolín natural el tratamiento ácido origina una coagulación de partículas con formación de agregados. Los tramos obtenidos en la imbibición corresponden respectivamente a imbibición capilar pura, rápida; separación de las partículas que forman los agregados, relativamente lenta; imbibición capilar por poros con pocas tensiones, ya que la cantidad de iones hidrógeno existentes es pequeña; entrada de agua entre los constituyentes estructurales de la partícula, muy lenta y de poca intensidad como se ve por la cantidad de agua tomada; imbibición osmótica debida a los iones hidrógeno liberados. La capacidad de cambio es la que corresponde a un caolín y la curva de deshidratación indica que no es totalmente puro.

Al calentar a 100° se produce una deshidratación de los agregados que origina mayor compacidad. El agua tomada a los treinta segundos es menor; no se presenta el 2.° tramo y el fenómeno de imbibición se produce con mayor lentitud si bien la cantidad de agua tomada es del mismo orden que en la muestra natural. La imbibición intralaminar se agrupa aquí con la imbibición interlaminar y de aquí que el fenómeno sea más fácil y tome más agua.

La formación de agregados más compactos hace que la capacidad de cambio disminuya un poco al disminuir la superficie libre.

A 180° el fenómeno de imbibición es análogo, pero se pueden diferenciar bien todos los tramos y la imbibición intralaminar resulta difícil y lenta. En general, los mismos fenómenos se producen a 300° si bien el que corresponde al tercer tramo se verifica con mayor rapidez. También el cuarto parece algo más rápido, lo que se podría suponer debido a que las uniones OH-O quedan algo debilitadas por el calentamiento.

A 400° se pierde ya algo de agua reticular. Esto lleva aparejada una disminución de capacidad de cambio que se puede explicar, suponiendo que entre dos OH de las superficies laterales o un OH y un H de la molécula de agua retenida por el Si se forma una molécula de agua, quedando saturadas las valencias. Es natural que a bajas temperaturas el agua se forme a expensas de estos OH y no de los de la capa terminal, que deben estar más fuertemente unidos. El que la pérdida relativa de capacidad de cambio sea superior a la de agua reticular se puede explicar, suponiendo que parte de la capacidad de cambio se debe al intercambio de los hidrógenos de las moléculas de agua retenidas por fuerzas dipolares a los oxígenos terminales y que desaparecen al elevarse la temperatura, o bien a la desaparición de los hidrógenos cambiables de la molécula de agua unida al silicio.

Por otra parte, esta elevación de temperatura debe aflojar el puente de hidrógeno que une los paquetes y hace así más rápido, más fácil y con más capacidad de toma de agua el fenómeno de imbibición intralaminar. A 500° este fenómeno se produce aún con más intensidad, debido a que no sólo se aflojan las uniones, sino que, en parte, desaparecen, pues se pierde H<sub>2</sub>O a partir de los OH terminales de los paquetes y quedan oxígenos frente a oxígeno, sin retención alguna. Por otra parte, la disminución relativa de capacidad de cambio es menor que la pérdida de agua reticular, ya que ésta afecta, como decíamos, a los OH terminales que no participan en la capacidad de cambio.

A 600° el fenómeno, en lo que se refiere a la capacidad de cambio, es análogo, y a 700° vuelve a disminuir debido a que hay una reorganización de la estructura o conversión en material amor-

fo con pérdida de puntos útiles para la capacidad de cambio. El que aún tenga un valor apreciable puede ser debido a que existe aún un cierto grado de ordenación, metacaolín de determinados autores.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL  
*Secciones de Granada.*

#### RESUMEN

Se estudia la variación de la capacidad de cambio en caolín sometido a tratamiento térmico y se encuentra que para temperaturas no muy altas la pérdida relativa de capacidad de cambio es mayor que la pérdida de agua reticular; a 500° el fenómeno es inverso. Se intenta una explicación de estos resultados.

El estudio de la imbibición permite suponer que a 400°, y sobre todo a 500°, las uniones OH—O que retienen unidos los paquetes de la caolinita se aflojan fuertemente, permitiendo de este modo la toma de agua entre ellas, aunque no en gran cantidad.

#### SUMMARY

The variation of exchange capacity in kaolin under thermal treatment was studied and it was found that for not very high temperatures the relative loss of exchange capacity is greater than the loss of reticular water. At 500 C. the phenomenon is inverse. The authors sought an explanation of these results.

A study of imbibition suggests that at 400° C. and especially at 500° C. the OH—O bonds which hold the kaolinite together weaken considerably, thus allowing an uptake of water among them, though only in small amounts.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) BRINDLEY, G. W. 1951. X-ray identification and crystal structures of clay minerals, p. 38-40.
- (2) HOYOS, A. y DELGADO, M. An. Edaf. y Fis. Veg., VIII.
- (3) KELLEY, W. P.; JENNY, H. y BROWN, S. M. 1936. Soil Sci., 41, 259.
- (4) HOYOS, A. y RODRÍGUEZ, J.: 1952. An. Edaf. y Fis. Veg., XI, 125.
- (5) HENDRICKS, S. B. 1945. Industrial and Eng. Chemistry, 37, 626.
- (6) HEUSER, E. A. 1941. Journal Amer. Ceram. Soc., 24, 179.
- (7) JOHNSEN, A. L. y NORTON, F. H. 1941. Journal Amer. Ceram. Soc., 24, 189.
- (8) THIESSEN, P. A. Z. 1942. Elektr. Angew. Physik. Chem., 48, 675.
- (9) ——— 1943. Angew. Chem., 56, 15.
- (10) ——— 1947. Z. anorg. Chem., 253, 161.
- (11) EITEL, W. y RADEZWSKI, O. E. 1940. Naturwiss., 28, 397.

# EXPERIENCIAS CON FERTILIZANTES EN SUELOS ARENO-LIMOSOS DE LA PROVINCIA DE TOLEDO: CULTIVO DE TRIGO EN SECANO

por

VALENTIN HERNANDO y LUIS JIMENO

## INTRODUCCIÓN

Es bien conocida la importancia decisiva de las experiencias de campo para la fijación del nivel de fertilidad de un suelo y, en consecuencia, de las necesidades en fertilizantes del mismo. Los métodos químicos proporcionan datos muy interesantes a este respecto, pero en definitiva ha de ser la experiencia directa en el campo la que ha de decidir acerca de la utilidad de los referidos métodos.

Con el objeto de deducir consecuencias prácticas sobre la fertilidad de ciertas fincas, en relación con un estudio del factor limitante en las cosechas, así como las dosis de abonos más adecuadas en relación con la fertilidad de suelos de la zona correspondiente al pueblo de Maqueda, en la provincia de Toledo, y en colaboración con los propietarios de las mismas se han realizado diversas experiencias en cultivos de trigo. Estas experiencias se han planteado de forma que se pueda realizar posteriormente el oportuno estudio estadístico de los resultados de las cosechas producidas, para asegurarnos de hasta qué punto las mejoras de los rendimientos son debidas al empleo adecuado de fertilizantes y no a variaciones fortuitas de fertilidad en distintas zonas de una misma finca.

En este trabajo se presenta el estudio completo de los resultados obtenidos en una de dichas fincas, tomando en considera-

ción el aspecto económico con el fin de que pueda servir de ayuda para otros casos semejantes en terrenos de características de fertilidad similares. Por otra parte creemos que del estudio detallado se podrían deducir aspectos que son siempre de interés para todos aquellos relacionados con problemas de fertilidad de suelos, para los cuales va especialmente dirigido el presente trabajo.

#### P A R T E   E X P E R I M E N T A L

Se tomó muestra media del suelo de la finca en el que iba a realizarse la experiencia. Hay que señalar que el terreno es coluvial-aluvial con materiales del mioceno y de bastante fondo. El análisis químico de la muestra media correspondiente a este suelo arrojó los resultados indicados en el cuadro número 1.

C U A D R O   N Ú M .   I

	Mg. por 100 grs. de suelo	Mg. por 100 grs. de suelo
Textura .... areno-limosa	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ..... 180	K ..... 60
pH (CIK) ..... 6,9	NO <sub>3</sub> ..... Trazas	Ca ..... 1,600
pH (H <sub>2</sub> O) ..... 7,65	NO <sub>2</sub> ..... 0,066	Mg ..... 3,5
Mat. orgánica %/0 .... 1,36	NH <sub>4</sub> ..... Trazas	Mn ..... 0,1
Nitrógeno %/0 ..... 0,09	Cl ..... 3	Fe ..... 0,033
CO <sub>3</sub> Ca %/0 ..... 0,66		

De los resultados del análisis se deduce que este suelo es algo deficiente en potasio, más deficiente en nitrógeno y que no es necesaria la adicción de fósforo. Cabe señalar que las indicadas deficiencias se deben entender para grandes producciones, lo cual parece lógico, porque hemos de añadir como dato de interés que el cultivo anterior en dicha finca había sido de tabaco, lo que supone un previo abonado. Resulta interesante estudiar el efecto del abonado sobre los cultivos de este suelo y contrastar los resultados de las cosechas obtenidas por lo previsto basándose en los resultados del análisis químico.



Los análisis se han efectuado por el método Morgan (1) y el de fósforo por este método y por el de Burriel-Hernando (2, 3) conduciendo ambos al mismo resultado, es decir, que el estado del suelo en fósforo es satisfactorio.

Se parceló el terreno en tres zonas, en cada una de las cuales se establecieron siete parcelas, dado un total de veintiuna parcela, cada una de las cuales tenía una superficie de 220 m<sup>2</sup>. Este planteo experimental corresponde al sistema de bloques al azar (4). En cada uno de los bloques que, como hemos dicho, comprendía siete parcelas, se hicieron los seis tratamientos siguientes: K, P, NK, NP y NPK, además de una parcela en que no se hizo ningún tratamiento dejándola como control. Los fertilizantes utilizados fueron cloruro potásico, superfosfato y nitrato amónico. Las dosis de cada uno de ellos fueron las siguientes: 500 Kg/Ha. de cloruro potásico, 750 Kg/Ha. de superfosfato y 100 Kg/Ha. de nitrato amónico. Este último se distribuyó en dos veces en días distintos. Se abonó con cloruro potásico el día 10 de diciembre de 1951, con superfosfato el 7 de enero de 1952, se sembró el 10 de enero de 1952. La mitad de la dosis de nitrato amónico se distribuyó el día 28 de febrero de 1952 y la otra mitad el 9 de marzo de 1952. La parte de la finca no comprendida en la experiencia se sembró igualmente de trigo sin someterla a tratamiento alguno.

Los límites de separación de las parcelas se marcaron por surcos profundos. Con el fin de evitar la posibilidad de confusiones una vez que la cosecha creciera, se fijaron los vértices de las parcelas por medio de estacas clavadas en el suelo. De esta manera no hubo inconveniente alguno cuando llegó la época de la siega para diferenciar las distintas parcelas. Al comenzar la recogida de la cosecha se procedió a segar primeramente una estrecha franja en los cuatro lados correspondientes a los bordes del rectángulo, evitándose de esta forma el efecto de bordes, además de facilitar la recogida de la mies dentro de cada una de las parcelas. Se pesaron todos los haces obteniendo así el peso bruto de grano más paja correspondiente a cada una de las parcelas.

Por imposibilidad material para efectuar la trilla de la mies total correspondiente a cada parcela, se procedió a la toma de muestra dentro de cada una de ellas, realizándose posteriormente

a la trilla manual, por medio de mazos de madera, de cada una de las muestras así tomadas. En una de las parcelas esta toma de muestra se repitió ocho veces con el fin de calcular el error experimental correspondiente a esta operación y que resultó ser de un 3,30 por 100.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro número 1 presentamos el resumen de los resultados obtenidos indicando designación de cada parcela, peso bruto de paja más grano obtenido en cada parcela, superficie correspondiente a la cosecha recogida en cada una, valor en Kg/Ha. del peso antes indicado, tratamiento correspondiente a cada parcela, tanto por ciento en grano y Kg/Ha. en grano recogido en cada una de ellas.

CUADRO NÚM. II

Parcela	Tratamientos	Peso bruto en Kg.	Superficie	Kg/Ha	% grano	Kg/Ha grano
1AD	O	86,0	227	3,790	30	1,136
2AD	PK	67,3	222	3,030	31,1	944
3AD	P	80,5	213	3,730	32,8	1,240
4AD	NK	101,8	228	4,470	30,1	1,345
5AD	K	81,0	210	3,860	30,5	1,178
6AD	NPK	114,5	214	5,360	31,2	1,671
7AD	NP	81,5	205	3,970	32,3	1,282
1BD	O	87,8	220	3,990	31,0	1,237
2BD	NK	107,0	200	5,350	29,8	1,593
3BD	NPK	104,5	151	6,940	31,0	2,152
4BD	K	76,0	186	4,080	30,6	1,251
5BD	NP	98,5	208	4,740	30,7	1,467
6BD	P	98,3	214	4,600	31,9	1,468
7BD	PK	173,5	199	3,690	31,2	1,150
1CD	NPK	153,8	214	7,200	30,8	2,218
2CD	O	62,5	184	3,400	30,9	1,050
4CD	P	85,5	180	4,750	30,7	1,460
4CD	K	173,0	155	4,710	31,3	1,473
5DC	PK	119,3	220	5,430	30,8	1,670
6CD	NK	124,5	220	5,660	28,9	1,635
7CD	NP	123,5	225	5,490	31,2	1,710

A continuación presentamos el cuadro de valores de grano Kg/Ha. preparados para su estudio estadístico.

CUADRO NÚM. III

T R A T A M I E N T O S								
Bloques	O	K	P	PK	NK	NP	NKP	Total
A.....	1.136	1.178	1.240	944	1.345	1.282	1.671	8.796
B.....	1.237	1.251	1.468	1.150	1.593	1.467	2.152	10.318
C.....	1.050	1.473	1.460	1.670	1.635	1.710	2.218	11.216
Total.....	3.423	3.902	4.168	3.764	4.573	4.459	6.041	30.339

Calculadas en la forma habitual las magnitudes necesarias para el análisis de la variancia, ésta arroja el siguiente resultado:

ANÁLISIS DE LA VARIANCIA

Fuente de la variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Variancia	F
Bloques... ..	427.599	2	213.799	8,63
Tratamientos ... ..	1.423.862	6	237.310	9,47
Error.. ..	300.173	12	25.014	
Total ... ..	2.151.634	20		

Valor de F para 2 y 12 grados de libertad y nivel 5 % = 3,88

» » » » » » » » 1 % = 6,93

» » » 6 » » » » 5 % = 3,00

» » » » » » » » 1 % = 4,82

Por consiguiente, del análisis de la variancia se deduce una alta significación tanto para la diferencia entre bloques como para la diferencia entre tratamientos.

Se observa que el nivel de fertilidad es más alto en el bloque que hemos designado con la letra C y que en el designado con la letra B es mayor que el correspondiente a la letra A. Aunque el ideal hubiere sido que el terreno fuese uniforme, se pone de ma-

nifiesto la ventaja de planeo experimental utilizado, puesto que nos permitió eliminar del error experimental una fracción tan significativa como la que por este procedimiento hemos eliminado, atribuible a los bloques, aumentando de esta forma la precisión de la experiencia, que, en caso contrario, hubiera resultado muy pequeña.

Teniendo en cuenta que el error experimental calculado era 25.014, es fácil de deducir que la desviación típica o error típico por parcela será  $S = 158,4$  y que el error típico en porcentaje de de la media es igual.

$$\frac{158,4 \times 100}{1.444} = 10,9$$

que es un orden de magnitud corriente para el error experimental en este tipo de experiencias de campo y que nos da una indicación de la medida de la exactitud de las mismas.

A continuación, en el siguiente cuadro, presentamos las medias correspondientes a cada uno de los tratamientos expresadas en Kg/Ha., así como dichos valores expresados en el tanto por ciento en relación a la media correspondiente a las parcelas en blanco (sin tratamiento).

CUADRO NÚM. IV

Tratamiento	Kg/Ha	Porcentaje
O	1.141	100,0
K	1.299	113,8
P	1.389	121,7
PK	1.255	110,0
NK	1.524	133,5
NP	1.486	130,2
NPK	2.014	176,2

Una vez establecida por medio del análisis de la variancia la elevada significación de las diferencias entre tratamiento, podemos pasar a determinar las diferencias entre dos de estos tratamientos que contribuyen a dicha elevada significación. Para ello

calculamos el error típico correspondiente a la media de cada uno de los tratamientos, y por estar esta media determinada a partir de los tres valores, uno en cada bloque, dicho error típico será  $158,4 : \sqrt{3} = 91,3$ . Ahora bien, la diferencia entre pares de medias necesarias para la significación es

$$91,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,18 = 282 \text{ Kg/Ha (para el nivel del 5 \%)}$$

$$91,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,05 = 395 \text{ Kg/Ha (para el nivel del 1 \%)}$$

A continuación presentamos las diferencias calculadas entre los rendimientos en Kg/Ha. de todas las parejas de tratamientos que se pueden formar:

K — O = 158	NPK — P = 625	PK — K = 44
P — O = 248	NK — PK = 269	NK — K = 225
PK — O = 114	NP — PK = 231	NP — K = 187
NK — O = 383	NPK — NK = 759	NPK — K = 715
NP — O = 347	NK — NP = 38	PK — P = 134
NPK — O = 873	NPK — NK = 490	NK — P = 135
P — K = 90	NPK — NP = 522	NP — P = 97

En consecuencia resultan altamente significativas las diferencias entre el triple tratamiento NPK y cualquiera de los restantes y moderadamente significativo las diferencias entre los tratamientos NK y blanco por una parte y NP y blanco por otra. Las restantes diferencias no llegan a ser significativas aunque en algunos casos, tales como las diferencias entre los tratamientos en que interviene el nitrógeno y en aquellos otros en que no interviene sería necesario aumentar la precisión de la experiencia antes de llegar a alguna conclusión definitiva.

Aunque esta experiencia no se ha planteado en forma factorial, podemos estudiar, siquiera sea en forma parcial, los tres efectos principales debidos respectivamente a la presencia de N, P y K y las interacciones de primer grado entre los mismos y que representaremos por los símbolos  $N \times P$  (para la interacción nitrógeno potasio) y  $P \times K$  (para interacción fósforo potasio).

En el cuadro siguiente presentamos el cálculo de los tres efectos principales.

CUADRO NÚM. V

Efecto de N		Efecto de P	
NP - P =	559 - 268 = 291	P - O =	268 + 477 = 745
NK - K =	673 - 2 = 671	PK - K =	136 - 2 = 138
NPK - PK =	2141 + 136 = 2277	NPK - NK =	2141 - 637 = 1468
Suma.....	3139		2075
Media de nueve diferencias...	349		231

Efecto de K	
K - O =	268 + 477 = 479
PK - P =	136 - 268 = 404
NPK - NP =	2141 - 559 = 1582
Suma...	1657
Media de nueve diferencias...	184

Error típico de la diferencia media =  $\sqrt{2 \cdot 25.014/9} = 74,7$

Valor de la *t* de «Student» para el nivel de 5 % y 12 g. de l. = 2,18

Valor de la *t* de «Student» para el nivel de 1 % y 12 g. de l. = 3,05

Por consiguiente, el valor de las diferencias necesarias para la significación son: para el nivel del 5 por 100 =  $74,7 \cdot 2,18 = 162,9$  Kg/Ha., y para el nivel del 1 por 100 =  $74,7 \cdot 3,05 = 228,2$  Kg/Ha.

En consecuencia, el efecto del potasio es moderadamente significativo y los de fósforo y nitrógeno altamente significativo.

Con la estructura de la experiencia las interacciones de primer orden no se pueden estudiar más que para las diferencias que presentamos en el cuadro 5.

CUADRO NÚM. VI

Interacción N × P	Interacción N × K	Interacción P × K
(NPK - PK) - (NK - K) =	(NPK - PK) - (NP - P) =	(PK - K) - (P - O) =
= 2.277 - 671 = 1.606	= 2.277 - 291 = 1.986	= -138 - 745 = -883
Media de seis		
diferencias..... 267,5	364,3	-147,1

Error típico de la diferencia media =  $\sqrt{2 \cdot 25.014/6} = 91,3$

Por consiguiente, el valor de las diferencias necesarias para la significación son: para el nivel 5 por 100 =  $91,3 \cdot 2,18 = 198,8$  Kg/Ha., y para el nivel del 1 por 100 =  $91,3 \cdot 3,05 = 276,0$  Kg/Ha.

De ellos se deduce que la interacción N  $\times$  K es altamente significativa, la N  $\times$  P moderadamente significativa, mientras que la interacción P  $\times$  K no es significativa.

De lo anteriormente expuesto se puede deducir, tras el examen de los rendimientos de las parcelas simplemente abonadas, que los resultados tienden a estar de acuerdo con lo previsto a partir de los resultados de análisis químico, ya que muestran una tendencia deficitaria en el fósforo y potasio, pero sin que se pueda asegurar rotundamente que las diferencias entre los tratamientos K o P solos y los testigos no sobrepasan los márgenes necesarios para la significación estadística. Es interesante destacar que, en presencia de nitrógeno (elemento que se preveía como el más deficitario), los tratamientos correspondientes dan lugar a rendimientos más elevados, ya significativos desde el punto de vista estadístico. Hemos de señalar que lamentamos que, por no disponer de la suficiente cantidad de abono nitrogenado, dada la escasez del mismo en la época en que se efectuó la experiencia hubiera necesidad de prescindir de las parcelas correspondientes al tratamiento con N.

Resulta interesante que, dada la pequeña deficiencia mostrada por el suelo en P y K, parecería lógico esperar que los rendimientos en las parcelas con tratamientos NPK fueran del mismo orden que los correspondientes a los tratamientos NP y NK, en especial a este último. Sin embargo, la realidad mostró un aumento muy notable en los rendimientos correspondientes a los tratamientos NPK. Examinado el terreno por sondeo se comprobó la existencia de una zona de humedad grande que atraviesa diagonalmente parte de las zonas C y B, precisamente a través de las parcelas que en la referida zona llevaban los tratamientos triples. Ello explica el aumento tan importante observado como consecuencia del efecto de estos tratamientos triples y permite al propio tiempo señalar la aparición del agua como deficiencia, cuando por el abonado racional se suprime la deficiencia en N. De aquí que del resultado de esta experiencia se puede sacar como conclusión

interesante que hasta producciones de 1.600 Kg/Ha. de trigo, el agua, no es factor deficiente, pero que abonar para conseguir producciones superiores no es útil en esta clase de suelo en esta zona, cuando no se disponga de agua adicional, pero indudablemente el abonado es necesario para conseguir aquel rendimiento que, como se ha podido deducir por la presente experiencia es 148 por 100 más alto que sin abonar.

Observando la tabla de producción correspondiente a cada uno de los tratamientos, vemos que en todos los casos éstos aumentan los rendimientos en relación con las parcelas en que no se aplicó ninguno. Pero habida cuenta de que el abonado exige una inversión de dinero en productos y horas de trabajo, resulta interesante comprobar hasta qué punto el aumento de producción compensa los gastos suplementarios. En el cuadro número 7 presentamos el cálculo de las ganancias o pérdidas correspondientes a cada uno de los tratamientos empleados en la presente experiencia.

CUADRO NÚM. VII

Tratamiento	Exceso de grano	Exceso de paja	Valor exceso cosecha	Valor abono	Valor trabajo extra	Total gastos	Beneficio
K	158	330	634,80	569,00	50	619,00	15,80
P	248	401	973,00	633,00	50	688,00	285,00
PK	114	209	452,20	1.202,00	100	1.302,00	849,80
NK	333	1.050	1.588,80	1.183,00	100	1.283,00	305,80
NP	347	661	1.331,40	1.247,00	100	1.347,00	34,40
NPK	873	1.900	3.522,80	1.816,00	150	1.966,00	1.556,86

El valor del exceso de cosecha se ha calculado sobre la base de 3,60 pesetas para precio del grano, y 0,20 pesetas para precio de la paja. Del examen de este cuadro se deduce la consecuencia de que a excepción del tratamiento PK los restantes producen un beneficio económico, siquiera sea tan pequeño como el correspondiente al tratamiento K. La consecuencia más destacada es la que se deduce del beneficio obtenido con el tratamiento completo NPK. En este caso la inversión en dinero para la compra de abonos, exceso de trabajo que el abonado exige e incluso el costo del análisis del suelo que hubiera indicado al agricultor que era



precisamente este el tratamiento más conveniente para el estado de fertilidad del suelo, se ven sobradamente compensados por el importantísimo incremento de cosecha obtenido, lo que se refleja en el cuadro anterior al dar para este tratamiento completo el máximo beneficio económico.

### C O N C L U S I O N E S

Se ha efectuado una experiencia de campo con cultivo de trigo con planeo experimental de bloques al azar en un suelo arenolimoso en la provincia de Toledo. Recogida la cosecha y determinados los rendimientos correspondientes a las diferentes parcelas y tratamientos, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El suelo presenta una marcada deficiencia en N y no tan señalada en P y K.

El tratamiento completo NPK produce un aumento en los rendimientos del 176,2 por 100, tomando como 100 el valor medio correspondiente a las parcelas testigos (no abonadas).

El agua no se manifiesta como factor deficiente hasta producciones del orden de los 1.600 Kg/Ha., y sí para los mayores de este orden de magnitud.

Todos los tratamientos, a excepción de PK, producen beneficio económico, muy señalado en el caso del tratamiento completo NPK.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL  
*Sección de Fertilizantes*

### R E S U M E N

Con el objeto de estudiar el estado de fertilidad de suelos arenolimosos en la provincia de Toledo, se ha efectuado una experiencia de cultivo de trigo, con planeo experimental correspondiente al sistema de bloques al azar. Los tratamientos cuyo efecto sobre el rendimiento en las cosechas, tanto en cantidad como en resultados económicos, se ha estudiado, son: K, P, KP, NK, NP y NPK, además de una parcela por bloque en que no se hizo ningún tratamiento, dejándola como control. Efectuado el estudio estadístico de los resultados, resultaron altamente significativos los efectos N, P y la interacción N x K y

moderadamente significativos los efectos K e interacción  $N \times P$ . Desde el punto de vista económico resultan remunerativos todos los tratamientos, sobre todo el tratamiento triple NPK, con lo que se pone de manifiesto la ventaja de realizar el análisis del suelo antes de proceder a aplicar los tratamientos de fertilizantes.

#### SUMMARY

With the object of studying the conditions of fertility of sandy limose soils in Toledo province, experiments were made with wheat cultivation, according to the system of random plots. The treatments; the effects of which were studied with regard to their yields in quantity as well in economical results, were: K, P, KP, NK, NP and NPK; besides a plot which received no treatment and served as control plot. The statistical study of the results showed the great importance of N, P and the interaction of  $N \times K$ , and the moderate importance of  $N \times P$ . From the economical standpoint all treatment were found remunerative, especially triple NPK, which proves the advantage of carrying out soil analysis before application of fertilizing treatments.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) LUNT, H. A., SWANSON, C. L. W., JACOBSON, H. G. M. 1950. The Morgan Soil Testing System. Connecticut Agr. Exp. St. New Haven, Bull 541.
- (2) BURRIEL, F. y HERNANDO, V. 1947. El fósforo en los suelos españoles. I. Contribución a la determinación colorimétrica del fósforo. Anal. Inst. Edaf. Tomo VI, Vol. I. 543-582.
- (3) BURRIEL, F. y HERNANDO, V. 1950. El fósforo en los suelos españoles. V. Nuevo método para determinar el fósforo asimilable en los suelos. Anal. Edaf. Tomo IX, Vol. 6, 611-622.
- (4) FISHER, R. A. 1950. Statistical Methods for Research Workers. Oliver. and Boyd. Edimburgos, 11.ª edic.

# LA ADAPTABILIDAD DE LOS ENSAYOS RAPIDOS DE DETERMINACION DEL FOSFORO ASIMILABLE EN LOS SUELOS DEL VALLE CENTRAL DEL EBRO

por

EUSEBIO CARQUE

De todos los fertilizantes, el superfosfato es el de uso más común en los suelos de la cuenca central del Ebro. Los abonos potásicos apenas si se emplean, por suponer a estos terrenos con un contenido elevado en potasa, y el uso de los nitrogenados ha estado en los últimos años, de escasez, subordinado a la disponibilidad de esta clase de fertilizantes.

Un gran número de métodos se han propuesto para la determinación de los elementos nutritivos del suelo considerados como asimilables; todos difieren en su adaptabilidad a diversas condiciones de suelos, por lo que no deben emplearse para hacer recomendaciones sobre abonado, si no han sido previamente correlacionados con los rendimientos obtenidos.

Sin embargo, cuando los ensayos rápidos de suelos se correlacionan adecuadamente con las respuestas de las cosechas en cada suelo, son de un gran valor para hacer recomendaciones de fertilización en forma rápida y segura.

El estudio que exponemos a continuación, fué llevado a cabo para determinar qué método de los más generalizados para determinación del fósforo asimilable era el más apropiado al tipo de suelos de los regadíos del valle central del Ebro.

En experiencias de fertilización realizadas hace cerca de veinte años, veníamos observando que las dosis de uso corriente de

superfosfato no producían ningún aumento de rendimiento, lo que podía inducir a pensar que estos terrenos no precisaban el abono fosfatado, hasta que la aplicación de experiencias complejas, en las que se ensayaban varias dosis de abonado, vino a demostrar-nos el error de tal suposición.

En los cultivos del valle central del Ebro, la aplicación de los superfosfatos, lo mismo que la de los demás abonos, no se relaciona con ninguna regla, obedeciendo siempre a una costumbre que se transmite de generación en generación.

Muchas veces hemos pensado que esta forma de proceder debe conducir a la inutilización de grandes cantidades de fertilizantes, por no relacionar su aplicación con el contenido de los suelos en principios nutritivos en forma asimilable, ni en la consideración de las exigencias particulares de cada cosecha.

Si en lo que al superfosfato respecta, la aplicación de dosis inadecuadas no tenía importancia por su baratura y abundancia, hoy su carestía y escasez inducen a hacer el debido empleo, aplicando las dosis convenientes, sujetas a gran variabilidad, según los casos.

En este estudio, continuación de otros efectuados sobre fertilización por medio de experiencias complejas, utilizando los conocimientos adquiridos de éstas, se establecen comparaciones entre tiestos y parcelas que recibieron diversas cantidades de superfosfato, correlacionando éstas con las cosechas obtenidas, y las determinaciones del fósforo asimilable por varios métodos.

En los ensayos en tiestos se utilizó el método biológico de Jenny (2), que consiste en el cultivo de lechuga romana en tiestos.

#### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las muestras para el ensayo en tiestos, se tomaron en un suelo calizo de una finca perteneciente al autor, en Miraflores (Zaragoza). Se utilizó un cilindro sacamuestras, con el que se profundizó a 20 centímetros, estando el suelo labrado. La muestra final era la composición de muchas muestras tomadas en diferentes partes del campo.

Algunas de las características del análisis mecánico y físico-químico de este suelo son las siguientes:

Materia coloidal, 42,4 por 100; pH, 7,8; materia orgánica, 2,98 por 100; nitrógeno, 0,172 por 100; potasa asimilable ( $K_2O$ ), 1,35; M. E./100 grs. carbonatos, 21,2 por 100. Siguiendo la sistemática de De Sigmond, es un suelo calizo-limoso algo insuficiente en materia orgánica.

Este suelo da buenas cosechas cuando se aplican grandes cantidades de superfosfato.

Los métodos que se siguieron para la determinación del fósforo asimilable fueron el de Tronton, Conner y Fraser (6); Truogh (7), Lohse y Ruknel (3), Spurway (4) y el de Burriel y Hernando (1), en la experiencia en tiestos. En la de campo sólo se utilizó este último. Las determinaciones se correlacionaron con las producciones obtenidas en los tiestos, según la determinación biológica de los elementos nutritivos del suelo por la técnica de Jenny (2) en los ensayos en tiestos; y en las parcelas de campo con los rendimientos en grano, en cultivo de trigo de la variedad Pane 247.

En la experiencia en tiestos, la muestra de tierra se pasó por una criba de 0,5 centímetros para eliminar las piedras, y después se llenaron los tiestos con el suelo (2 kgs. por tiesto).

Se siguió en todo la técnica de Jenny, con la excepción de que la cantidad de  $P_2O_5$  que se agregó por tiesto en forma de superfosfato variaba según 0, 80, 160, 240 miligramos por tiesto, correspondiendo a 0, 140, 280 y 420 kgs. por hectárea.

Estas cantidades de  $P_2O_5$  se aplicaron disueltas en el agua, muy poco después del transplante, teniendo en cuenta que en este suelo el ácido fosfórico es rápidamente fijado en formas que no son asimilables por las plantas.

Los ensayos en pleno campo tuvieron lugar en dos campos, en parajes diferentes, Miraflores y Rabal (Zaragoza). El campo de Miraflores fué el mismo del que se tomaron las muestras para la experiencia en tiestos. El del Rabal es un suelo más calizo (30 por 100 de carbonatos), y más pobre a consecuencia de la rotación establecida, y el abonado seguido en principios fertilizantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro I se exponen los pesos en materia seca en cada uno de los tiestos y el porcentaje con respecto al rendimiento mayor.

CUADRO I

*Peso en materia seca de las plantas de lechuga cultivadas en los tiestos con cuatro tratamientos de fertilizantes (variando solamente el ácido fosfórico)*

Tratamientos	Peso materia seca				Peso medio	grs. Peso
	1 grs.	2 grs.	3 grs.	4 grs.	grs.	relativo
Mgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicados por tiesto en forma de superfosfato						
0	0,80	0,95	1,02	0,93	0,925	31,3
80	0,98	1,02	0,98	0,86	0,960	32,2
160	1,92	1,98	2,17	2,45	2,130	87,7
240	3,04	2,87	2,90	3,07	2,970	100

Del análisis de la varianza se deduce:

Que los tratamientos son altamente significativos. La desviación standard entre dos muestras es igual a 0,013. Las diferencias entre tratamientos son significativas en el punto 1 por 100 para cada tratamiento, excepto la diferencia entre el primero y el segundo, que es significativa solamente en el punto 5 por 100.

CUADRO II

*Análisis de la varianza de los rendimientos en materia seca del Cuadro I*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza	F
Series.....	3	0,05	0,016	22,5
Tratamientos.....	3	1,75	0,583	
Error.....	9	0,24	0,026	
TOTAL.....	15	2,04		

El cuadro III presenta el ácido fosfórico asimilable, determinado por los cuatro métodos estudiados, un mes después de la aplicación.

CUADRO III

*Comparación de los métodos empleados en la determinación del ácido fosfórico asimilable*

Gramos de $P_2O_5$ añadidos por tiesto	Rendimiento en porcentaje del tratamiento mayor	MÉTODOS EMPLEADOS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO FOSFÓRICO ASIMILABLE				
		Truoggh — p. p. m.	Lohse y Runke — p. p. m.	Thornton — p. p. m.	Spurway — p. p. m.	Burriel y Hernando — p. p. m.
0	31,2	26	41	162	15	58
0,080	32,3	34	115	190	15	65
0,160	71,7	76	110	205	27	117
0,240	100	85	143	205	53	215

CUADRO IV

*Coefficientes de correlación entre los varios métodos empleados para la determinación del ácido fosfórico asimilable y los rendimientos obtenidos en materia seca*

Coefficientes de correlación	Truogh **	Lohse y Runke *	Thornton .	Spurway **	Burriel y Hernando ***
$r$	0,968	0,723	0,729	0,960	0,98

$r$  calc. en el punto 1% = 0,990;  $r$  calc. en el punto 5% = 0,950.

\* No significativo.

\*\* Moderadamente significativo.

\*\*\* Altamente significativo.

De esta experiencia se deduce que el método Burriel y Hernando da una correlación mayor con los rendimientos obtenidos.

La aplicación de 140 kgs. por hectárea de  $P_2O_5$  no produce aumento significativo en el rendimiento.

## EXPERIENCIAS EN EL CAMPO

Como se ha indicado, tuvieron lugar en dos campos simultáneamente con la misma disposición de parcelas y superficies. El del Rabal se sembró el 6 de noviembre, y el de Miraflores el 19 del mismo mes. La siembra se hizo a brazo, en líneas distantes 0,40 metros, empleando la misma cantidad de grano en cada una.

En la recolección se desecharon las líneas extremas y bordes de cada parcela, siendo la superficie útil por parcela de 25 metros cuadrados.

Los cuadros V y VI expresan los rendimientos en kilogramos por parcela en ambos campos. Los tratamientos ensayados fueron 0, 59,68, 119,36 y 298,56 kilogramos de  $P_2O_5$ , que corresponden a 0, 373, 746 y 1.866 kgs. por hectárea de superfosfato.

CUADRO V

*Rendimientos en grano por parcela en el campo del Rabal*

BLOQUES	TRATAMIENTOS				TOTAL — Kg.
	0 Kgs. $P_2O_5$ — Kgs.	59,68 Kgs. $P_2O_5$ — Kgs.	119,36 Kgs. $P_2O_5$ — Kgs.	298,56 Kgs. $P_2O_5$ — Kgs.	
I.....	8,470	7,590	8,950	10,120	35,130
II.....	7,950	8,300	8,930	10,270	35,450
III.....	8,105	8,220	8,500	9,980	34,800
IV.....	8,650	8,210	9,010	11,100	36,970
V.....	6,739	7,430	7,760	10,420	33,340
Medias....	7,980	7,950*	8,830**	10,378***	8,7845

\*\* Diferencia significativa con el testigo en el punto 5 por 100.

\*\*\* Diferencia significativa con el testigo en el punto 1 por 100.



CUADRO VI

*Rendimientos en grano por parcela en el campo de Miraflores*

BLOQUES	TRATAMIENTOS				TOTAL — Kgs.
	0 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — Kgs.	59,69 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — Kgs.	119,36 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — Kgs.	238,56 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — Kgs.	
I.....	10,580	9,495	12,367	17,185	49,627
II.....	9,938	10,377	12,420	12,840	45,575
III.....	10,132	10,658	112,775	17,430	50,995
IV.....	8,412	9,292	10,277	12,438	40,416
V.....	10,870	10,265	12,180	15,817	49,132
Medias....	9,986	10,017*	12,003**	15,142***	11,787

\*\* Diferencia significativa con el testigo en el punto 5 por 100.

\*\*\* Diferencia significativa con el testigo en el punto 1 por 100.

Como puede observarse, los rendimientos aumentan significativamente a partir de la aplicación de 119,36 kgs. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea, y la fertilización equivalente a 373 kgs. de superfosfato por hectárea no produjo aumento de rendimiento en ninguno de los dos ensayos.

Se hizo la determinación del ácido fosfórico asimilable en cada una de las parcelas de cada campo; en el de Miraflores ocho días después de la incorporación del superfosfato, y en el del Rabal a los trece días, utilizando solamente el método de Burriel y Hernando, por haber obtenido con él resultados más concordantes en el ensayo en tiestos que con los demás métodos.

Los resultados de estas determinaciones se expresan en el cuadro VII.

Puede observarse que existe una gran correlación entre determinaciones de fósforo asimilable y rendimientos, deduciéndose que en ambos campos este elemento es uno de los principales factores limitantes de la producción.

La incorporación de 59,68 kgs. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no hace aumentar éste en la extracción; al duplicarse ya aumenta, pero no en propor-

ción a la cantidad aplicada, y con aportaciones mayores el contenido va siendo mayor.

CUADRO VII

*Acido fosfórico asimilable determinado por el método de Hernando en partes por millón*

Bloques	CAMPO DEL RABAL				CAMPO DE MIRAFLORES			
	TRATAMIENTOS				TRATAMIENTOS			
	O Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	59,68 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	119,86 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	298,56 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	O Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	59,68 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	119,86 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.	298,56 Kgs. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — p. p. m.
I.....	24	25	27	83	57	53	85	211
II.....	24	22	33	84	50	60	90	198
III.....	22	24	39	80	59	64	112	224
IV.....	23	28	40	75	51	58	91	199
V.....	26	21	38	89	65	73	107	202
Medias...	23,8	24*	35,4***	82,2***	56,4	61,6*	97***	206,8***

CUADRO VIII

*Coefficientes de correlación encontrados entre análisis y rendimientos*

Coefficiente de correlación	Campo del Rabal	de Miraflores Campo
r	0,985	0,989

Teniendo en cuenta el poco tiempo transcurrido entre la incorporación del superfosfato y las determinaciones del fósforo activo, éste debe ser fijado rápidamente en formas insolubles, precisándose aportaciones mayores de las que actualmente se emplean para hacer aumentar el fósforo asimilable del suelo y las cosechas.

El método de V. Hernández, por su gran correlación con los resultados experimentales, tanto en tiestos como en el campo, es el más indicado para utilizar, como indicación de fertilización fosfatada, a aplicar en suelos del valle central del Ebro.

La aportación de abonos fosfatados en cantidades muy superiores a las que actualmente se emplean, como medio de aumentar los rendimientos, podría quizá evitarse con normas diferentes de aplicación a las recomendadas, realizando el autor actualmente experiencias en este sentido.

El análisis de la varianza muestra que los aumentos de rendimiento, y en contenido en el suelo de ácido fosfórico asimilable que corresponden a grandes aplicaciones de superfosfato, son significativos.

El superfosfato aplicado a los tiestos aumenta los pesos en materia seca de 0,925 gramos a 2,970 gramos, y el ácido fosfórico asimilable de 58 a 215 partes por millón.

En este suelo, que según el método Hernández contiene menos de 58 ppm. de ácido fosfórico asimilable, se obtienen excelentes respuestas a la aplicación de grandes cantidades de superfosfato.

De los cuadros I y II se deduce que el método biológico de Jenny para descubrir deficiencias nutritivas del suelo, se correlaciona mejor con el método rápido de Hernández que con los otros estudiados.

Las ecuaciones de regresión de rendimientos sobre valores encontrados de ácido fosfórico activo por el método Hernández son, respectivamente, para los campos del Rabal y Miraflores:

$$Y = 8,521 + 0,00636 x$$

$$Y = 8,171 + 0,034 x$$

pudiendo emplearse para predecir rendimientos cuando se sobrepasan las 35 y 97 partes por millón de ácido fosfórico asimilable.

*Casa de Economía Rural de Nuestra Señora de Cogullada*

## RESUMEN

Se estudia la correlación entre rendimientos y fósforo asimilable determinado por varios métodos. El de Burriel y Hernando se correlaciona mejor con los rendimientos obtenidos que los otros métodos, en los suelos estudiados del Valle Central del Ebro.

La aplicación de 373 kilogramos por hectárea de superfosfato no produce aumento de cosecha en estos suelos, de bajo contenido de  $P_2O_5$  asimilable. Se lograron aumentar rendimientos y fósforo en la extracción en las parcelas que recibieron 119,36 kgs. de  $P_2O_5$  abonando con superfosfato.

## SUMMARY

This study includes a correlation of the readily available phosphorus as measured by various methods with crop yields. Burriel and Hernando method correlates better with crop response than the other methods studied in the Central Ebro Valley soils.

The soils with low amount of  $P_2O_5$  available give no answer to application of 373 Kgs./Ha. of superphosphate. Plots receiving 119,36 Kgs./Ha. of  $P_2O_5$  as superphosphate showed increases in both yields and available phosphorus extracted.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) BURRIEL, F. y HERNANDO, V. 1950. Nuevo método para determinar el fósforo asimilable en los suelos. Anal. Edaf. Tomo IX: 611-622.
- (2) JENNY, H. Diagnostic techniques for soils and crops. American Potash Institute. Washington, 202-206.
- (3) LOHSE, H. W. and RUHNKE. 1933. Soil Sci. 35: 437-459.
- (4) SPURWAY, C. H. Soil testing. Agr. Exp. Station. Mich. State College Tech., Bull. 132.
- (5) TAMÉS, C. Métodos Físicos y Químicos de laboratorio, para el estudio de los suelos y de las tierras de cultivo. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid.
- (6) THOORNTON, S. D. CONNER and FRASSER, R. R. Purdue University. Agr. Exp. Laffaayete, Indiana Circular n.º 204.
- (7) TROUGH, E. 1930. Jer. Am. Soc. Agro. 22: 874-882.

# LA CARTOGRAFIA DE SUELOS Y LA AGRICULTURA

## MEMORIA SOBRE EL COMETIDO Y EL VALOR DE LA CARTOGRAFIA DE SUELOS AL SERVICIO DE LA AGRICULTURA PRACTICA

por

W. L. KUBIENA

1. *Generalidades.*—Para sentar las bases necesarias para una mejora racional de la Agricultura y su orientación, son necesarios una serie de trabajos preliminares, entre los cuales está la cartografía de los suelos. ¿Es precisamente la cartografía lo más importante, o puede ser a veces desplazada por otras necesidades? ¿Bajo qué sistema debe trabajar? ¿Supone realmente para el país una gran pérdida la falta de la cartografía del suelo? ¿Qué cartografía del suelo puede denominarse adecuada? En ninguna parte es tan grande la confusión entre las diversas opiniones sobre estos temas como en los países de nuestro continente, precisamente en estos países que siempre han estado a la cabeza del progreso. La crisis originada por este motivo continúa y no se limita solamente al reducido campo de la cartografía de suelos agrícolas. Como la Edafología sigue de cerca este desarrollo, permítaseme ofrecer en esta memoria un resumen de mis opiniones e ideas sobre esta materia. Durante los últimos dos decenios he tenido la oportunidad de conocer las cartografías más importantes en sus propios países y, al propio tiempo, he podido estudiarlas juntando no solamente una voluminosa colección de ma-

pas y monografías de suelos, dedicadas a los sistemas cartográficos, sino también de los principales suelos de esos países. Estas líneas, en esta fase decisiva del desarrollo de la cartografía de suelos, tienen un sólo propósito: servir al progreso de la Agricultura. Tengo también un sólo deseo: abrir a mi especialidad paso libre para nuevos conocimientos. Desearía que se creasen pronto, junto con el trabajo de otros especialistas profesionales, las bases seguras para la cartografía del suelo que respondan a todas las exigencias y tengan una continuidad en lo porvenir.

2. *Desarrollos sanos y en crisis.*—Mientras que en unos países la cartografía de suelos ha tenido un desarrollo pausado y concreto y los mapas de suelos han llegado a ser, hace mucho, la base segura de todo plan agrícola, tanto oficial como privado, en otros, preocupados con la búsqueda constante del «correcto sistema cartográfico», no se han logrado apenas progresos, y los alcanzados no pasan de ensayos preliminares. La característica principal de este desarrollo desencaminado consiste en que en el espacio de poco tiempo aparecen nuevos sistemas cartográficos, según los cuales se elaboran algunos mapas provisionales. Después de algún tiempo la empresa se paraliza y, al cabo de una pausa más o menos larga, es sustituida por otra que trabaja según un sistema totalmente diferente.

3. *Finalidad de la Cartografía.*—El motivo del desacuerdo de las opiniones acerca del sistema «adecuado» o acerca del valor de la cartografía del suelo para la agricultura práctica, se debe a que en muchos países no se está de acuerdo sobre la finalidad de la cartografía ni del servicio que puede desempeñar a la agricultura. Es un desconocimiento de la misión de la cartografía del suelo el creer que sólo consiste en averiguar, mediante representaciones cartográficas, si cierto suelo necesita cal, si es arcilloso o arenoso, rico en humus o pobre, ácido, neutro o alcalino, etcétera. Esto significa un desconocimiento que forzosamente conducirá a la crisis. *El fin principal de la cartografía del suelo, siempre al servicio de la agricultura práctica, consiste en la caracterización lo más amplia y clara posible de los suelos de una comarca, región o país y la determinación de su área de extensión.* Sólo los mapas que responden a estas exigencias son *mapas de suelos*

y pueden ser utilizados como tales. La misión de la cartografía de suelos no es servir a un fin aislado de la agricultura, sino el darnos la posibilidad de volver a encontrar y reconocer determinados suelos cuyo comportamiento, favorable o adverso, hemos conocido en las experiencias de abonado, laboreo, cultivos y otras prácticas generales. La cartografía del suelo debe darnos la posibilidad de emplear con *el mayor aprovechamiento posible las experiencias prácticas de toda clase, aun aquellas que de momento nos son aún completamente desconocidas* (que si no rechazáramos *a priori* toda posibilidad de progreso en nuestros conocimientos). Un ejemplo con otro elemento agrícola nos aclarará esto.

4. *Finalidad de la definición exacta de los elementos agrícolas.*—Cuando alguien hace un experimento sobre la alimentación en ganado y ha utilizado ganado holandés, no dejará de indicar no sólo la especie animal, sino que indicará también la raza, pues de este modo los resultados de sus experiencias serán comprensibles y utilizables por otros ganaderos. Sus ensayos serían totalmente inútiles si dijera únicamente que se trataba de experiencias sobre la alimentación de «animales», o, tal vez, «animales *mamíferos*» o «mamíferos negros de cuernos curvos, con pezuñas pares y cola de borla». Se indicará la clase del alimento usado, no dirá sin más que ha utilizado remolacha, sino que trata de remolacha forrajera de la raza «Mamut rojo». He sacado a relucir esto de manera tan especial que hoy parece completamente natural, porque de ello se deduce en seguida que no tienen ninguna utilidad los experimentos del laboreo del suelo o abono del suelo en los cuales el factor «suelo» está tan poco determinado, como si en experiencias de cebo se hablase de «animales», o en experiencias de cultivos se refiriesen a «vegetales». No dejaremos de recalcar bastante que un dato como: «el suelo era limo-arenoso» o el «suelo era una arena humosa caliza» vale tanto como decir «el animal tenía cuernos» o la planta era «una hierba de paja larga y grano grueso».

5. *Objeto de la definición exacta de suelos agrícolas.*—Todo investigador experimental del campo que ha experimentado en áreas muy heterogéneas de suelos, sabe de qué diferente manera

responden los suelos a tratamientos determinados. ¡Cuánto variará el comportamiento si se consideran los suelos de todo un país o aun de diferentes países! El querer trasladar a otros suelos los resultados y las experiencias de agricultura en general sería lo mismo que si se quisiera referir las experiencias de alimentación de vacas lecheras a la alimentación de caballos, cerdos, gansos, gallinas o palomas. Suelo «es tan poco igual a suelo» como animal «es igual a animal». Por eso es necesario *caracterizar y nombrar las formas edáficas tan inequívocamente como la agricultura lo hace con los animales domésticos y las plantas industriales u otros elementos agrícolas*. Esta es la *misión más importante de la cartografía del suelo*, ante la cual todas las demás (que por otra parte *son también absorbidas por este fin mayor*) quedan en segundo término. Donde no la cumplen o la cumplen insuficientemente *no ha logrado la cartografía su verdadera finalidad*. Se trata aquí de algo muy importante, decisivo, que hoy día no puede ser diferido: el reconocimiento que los motivos principales de la crisis en la experimentación agrícola, son las dificultades de la aplicación práctica de los resultados de las experiencias, a pesar de todo el perfeccionamiento de la técnica experimental. Pero la crisis no se observa sólo en la experimentación, penetra en casi toda la ciencia agrícola. Siempre que las experiencias y los resultados han partido de algún suelo eran incompletos, y útiles sólo en parte, mientras no fuera posible relacionarlos inequívocamente a suelos originarios, nombrándolos y caracterizándolos con exactitud. En qué estadio tan primitivo se encontraría la botánica agrícola y la cría de animales y el cultivo de plantas si no dispusieran de términos como «centeno tremesino», «trigo Castilla», «trigo manitoba», «avena Clydesdale», «cabra de Harz», «cerdo bávaro», «pollo de Menorca», etc. Si en vez de estos nombres claros, inequívocos, corrientes y conocidos para todo experimentador, no tuviese a su disposición sino descripciones confusas y complicadas, como, por ejemplo, «especie de cereal bifloral de glumas lineales y espigas de cuatro aristas», «especie de cereal multifloral fusiforme de barba ancha» o «mamífero doméstico rumiante artiodáctilo de color sepia pardo y de cuerno hueco de tres aristas», «mamífero doméstico cubierto de



cerdas con patas cortas y hocico truncado», «ave doméstica de plumas negras alas cortas con cresta y pico corto», etc. Con razón sería rechazada la propuesta de todo «Reformador» que insistiera en usar estas caracterizaciones largas e insuficientes en lugar de los nombres claros y precisos en uso. Y, sin embargo, hay personas quienes encuentran la denominación del suelo por nombres propios como «confusa» y «complicada», mientras que la denominación por complejos de propiedades les parece suficiente clara, que en ningún modo necesita reforma. ¿Cómo es posible esto? ¿Cómo es que el mismo método que los mismos hombres admiten y emplean en todo lo demás (también en la vida ordinaria), sea considerado inconveniente en una sola materia, la Edafología? Esto está en relación con el desarrollo especial de la Edafología como Ciencia.

6. *Influencia de la «Edafología de propiedades».*—La Edafología es la única ciencia natural que no ha comenzado por el estudio de la Naturaleza, sino en el Laboratorio. Los investigadores agrícolas analizaban junto con productos de cosechas, medios de forrajes, abonos naturales, bajo el mismo principio también muestras pulverizadas de suelos. Pero el número de propiedades, aplicables en la caracterización de suelos, que se pueden determinar de esta manera era tan pequeño que casi se podía abarcar con los dedos de una mano. Como obligatorios para la caracterización general sólo quedaban en realidad el contenido en caliza, el contenido en humus y la granulación de suelo determinada por análisis mecánico. Con el tiempo fueron agregadas una u otra propiedad más, pero en el fondo no se ha transformado mucho el campo de esta ciencia. Estos primeros edafólogos no conocían suelos, sino propiedades de suelos. Los suelos eran diferentes solo en cuanto que en el Laboratorio se diferenciaban en las cinco o seis propiedades. Que los paisajes de la tierra, las capas vegetales, los animales, los hombres autóctonos y las culturas humanas cambian de un modo sumamente característico con la capa del suelo, de esto no sabían nada. No sabían nada de la diversidad de las formas edáficas, que hoy día nos apasiona tanto, nada de su dinámica, nada de la variedad de la vida en su interior y su gran influencia sobre la forma de humus. La gran

variedad de la capa del suelo que hoy día ha convertido a los edafólogos en viajeros exploradores, les era completamente desconocida. Un suelo en la India era para ellos lo mismo que un suelo en Alasca; bastaba que tuviera la misma granulación, el mismo contenido en humus y cal. En vez de ver variedad, tenían que llegar forzosamente a una doctrina que en sencillez y primitividad apenas podía compararse con ninguna otra en la historia de las ciencias naturales.

¡Cómo estaría la sistemática de los animales y las plantas si la investigación sobre su caracterización se hubiera reducido a cinco o seis propiedades fijas, siempre iguales! ¿Cómo es posible algún progreso sobre semejante base? ¿Cómo es que tan pocas personas se dan cuenta de la enorme insuficiencia de esta ciencia, que ésta se mantenga tanto tiempo en la práctica agrícola, que sus principios vivan todavía hoy en todas las partes y se mantengan tan tenazmente en la cartografía del suelo?

La Edafología es una ciencia natural muy joven y nosotros, los más viejos, no hemos oído en la enseñanza edafológica otra cosa que la vieja doctrina de las propiedades. Todavía tenemos en la memoria las pocas lecciones en la agronomía, que, como materia secundaria, se dedicaban a la edafología. Bastaban totalmente. La mayoría de los granjeros cultos de hoy no han recibido otra enseñanza aún. El perjuicio de la falta de conocimientos de suelos para la agricultura práctica es inmenso. Para todos los demás elementos agrícolas se dispone de conocimientos especializados y de una bien determinada terminología, pero el suelo, base de toda agricultura queda su «gran desconocido», el factor «complicado», difícil de determinar, innominado y, por lo tanto, casi no tenido en cuenta. Un perjuicio proviene además de la «Edafología de propiedades» que, por la tenacidad con que se ha fijado a causa de su sencillez, en casi todas partes ha impedido el desarrollo de conocimientos más adelantados acerca del suelo y hecho casi imposible todo progreso o cambio en este aspecto.

7. *Mapas de propiedades.*—Como la extensión de propiedades sueltas del suelo o de grupos de propiedades puede anotarse y

representarse cartográficamente, llegamos a los «mapas de propiedades». Lo más corriente es la representación de la granulación. ¿Son los «mapas de propiedades» mapas de suelos? A esta pregunta hay que contestar negativamente. Si de todas las propiedades del suelo se representa sólo la granulación, tendremos sólo un mapa de la granulación del suelo, pero no un mapa del suelo. Un «mapa de propiedades» tampoco se convierte en mapa del suelo si se le agregan tres o cuatro propiedades más.

El «mapa de propiedades» representa un intento de solucionar el problema de la cartografía de suelos esquemáticamente. Pero todo esquematismo no es más que una solución provisional, y sólo tiene razón de ser mientras no se disponga de otro método mejor y más adecuado. Y esta razón de ser no existe hoy en ningún modo.

Si los «mapas de propiedades» no son mapas de suelos, ¿cuándo se puede hablar de mapas de suelos en el verdadero sentido? Sólo cuando por la cartografía se representa el suelo como un todo. ¿Cuándo sucede esto?

8. *Conceptos con o sin carácter de totalidad.*—Los conceptos Granito, Basalto, Avena, Centeno, Ganado holandés, son conceptos de totalidad. Cada uno de sus contenidos está unido a un nombre y se designa por éste. Los dos, nombre y contenido constituyen juntos el concepto. El nombre contiene en forma no analizada lo que en la definición del concepto aparece desarrollado, en forma breve expuesto y, por lo tanto, explicado. La definición de un concepto sólo encierra lo característico, lo limitado y no todo su contenido. La descripción contiene todos o una parte suficiente de todas las demás propiedades conocidas hasta el momento. La leyenda del mapa contiene los nombres de las formaciones edáficas; el *cuaderno explicativo* contiene, además de sus definiciones exactas, sus descripciones detalladas en las cuales *tienen cabida los caracteres principales sin limitación técnica en cuanto a número y especie*. La esencia del concepto de totalidad se explica también con el ejemplo siguiente:

La madera de abedul contiene aproximadamente 18 partes de ligninas, 38 celulosas, 25 hemicelulosas y 16 partes de pentosanas. Pero no por eso pueden considerarse 18 partes de lignina, 38 ce-

lulosas, 25 hemicelulosas y 16 partes de pentosana como un abedul. «Abedul» es un concepto cuyo contenido no puede traducirse por estas cuatro propiedades. Contiene muchas más sustancias, además de una constitución morfológica determinada, una clase determinada de cambios constantes de la forma, una clase determinada de desarrollo y cambio estacional (fenología), etc. Para representar un bosque de abedules en un mapa no se le ocurrirá a nadie intentar representarlo por una serie de propiedades químicas, ya que de esa manera el problema no se resolvería. Pero tampoco se intentará—para satisfacer el concepto de totalidad de «Abedul»—representar en el mapa todas las propiedades asequibles. Bastará delimitar unas áreas y proveerlas de la denominación «abedul», pues *el nombre* representa a la totalidad, que *comprende todas sus propiedades*.

¿Representan todos los nombres de suelos conceptos de totalidad? En la «Edafología de propiedades» se empleaban como tales las denominaciones de Arena, Limo y Arcilla y otros para formaciones intermedias. Aparentan ser conceptos de totalidad, pero no lo son, ya que por definición sólo se emplean para determinadas clases de granulación (tampoco «arcilla» es en la «edafología de propiedades» un concepto químico o mineralógico claramente definido, sino una especie de granulación). ¿Son estas denominaciones inequívocas para formaciones edáficas? El profano casi no puede darse cuenta de su variabilidad. Oí una vez la observación siguiente: «Limo es limo. Que aparezca en éste o en aquel país, es y siempre será nada más que limo. Y esto vale para todas las clases de suelo» (mejor dicho: clases de granulación). El «limo» puede alcanzar en un caso el mayor grado de fertilidad y mantener una exuberante vegetación (*chernosem*) y, en otro caso, no presentar ninguna vegetación (*solonets*). El limo de los *chernosem* es flojo, rico en huecos, fácil de trabajar y presenta una excelente conducción de agua; el limo de los *braunlehm* y *rotlehm* es recio, impermeable al agua, con tendencia a formar terrones y cortezas y, al secarse, con dureza pétrea. Es muy instructivo el ejemplo siguiente de los Estados Unidos que ofrece una comparación de los precios (antes de 1939) de diversos limos; se trata

de diferentes formas locales edáficas de los Estados de Nebraska, Iowa y Nueva York:

El Muscatine silt loam cuesta por acre 250-300 dólares.

El Holdrige silt loam cuesta por acre 100-175 dólares.

El Colby silt loam cuesta por acre 50-100 dólares.

El Allis silt loam no cuesta más de 10 dólares.

A un corredor de tierras norteamericano le convendría muy bien un socio comercial que opinase que limo es igual a limo.

Está claro que los conceptos que se derivan de una sola propiedad edáfica no pueden ser inequívocos. Pero, ¿qué hay de los conceptos de varias propiedades? ¿No se atiende en los mapas de propiedades en primer lugar a las propiedades principales del suelo?

Supongamos que en un mapa de propiedades se distinguieran las siguientes propiedades obligatorias: 1, granulación; 2, contenido en humus; 3, grado de caliza; 4, carácter del sustrato; 5, espesor de la capa de humus; 6, profundidad del perfil. De los conceptos que se deducen de estas propiedades podemos escoger como ejemplo el siguiente, que tendría, según las reglas usuales, la siguiente denominación: «limo arenoso humoso pobre en caliza con una capa de humus delgada sobre sedimentos arenosolimosos». ¿No es suficiente un concepto con tantos miembros, con su «nombre» de 39 sílabas? No quiero entrar en detalles, sino usar conceptos de sistemática comunes. A pesar de ello me será posible, sin ser completo, agrupar, bajo este complejo de propiedades citado, formaciones edáficas que pertenecen a 40 tipos o subtipos que son: dy, gyttja, sapropel, suelos brutos de valles fluviales (Rohauböden), suelos grises de valles fluviales (graue Auböden), anmoor, marsch no calizas (Küstenmarschböden), gley de moder, gley de mull, solonetz, solod, suelos brutos del desierto seco, suelos brutos alpinos, suelos brutos árticos, ranker mulliformes, ranker de mull, ranker pardos, ranker de tundra, braunerde centroeuropeas, braunerde meridionales, braunerde alpinas, braunerde ferríticas, semipodsoles alpinos, semipodsoles nórdicos, tierras pardas podsólicas, pseudogley, podsoles férricos, podsoles ferro-húmicos, podsoles húmicos, nanopodsoles nórdicos, podsoles de gley, molken-podsol, braunlehm típicos, braunlehm terrosos,

braunlehm decolorados, rotlehm típicos, rotlehm decolorados, rotlehm terrosos, roterde lateríticas (\*). Si yo quisiera citar todas las formas locales a las que cuadraría el complejo de propiedades antes citado, necesitaría sobrepasar con mucho el número de cien.

Hay ejemplos, en la historia de la cartografía del suelo, en que los complejos de algunas propiedades fueron designados con nombres locales, lo cual parece significar que con estos complejos se indican suelos, o sea conceptos de totalidad, y no sólo complejos de propiedades.

¿Dejan de ser conceptos de totalidad sólo porque en ellos se ha determinado sólo pocas propiedades? ¿Se consigue la totalidad cuando es recogido y *reproducido efectivamente* todas las propiedades de un suelo?

Esta es una opinión equivocada que siempre vuelve a surgir en las discusiones sobre cuestiones de cartografía. La totalidad no es nunca sólo la suma de todas las propiedades. Así como todas las partes por sí solas no forman un todo sino en conjunto, lo mismo ocurre con las propiedades aisladas. No existen independientes como algo por sí mismo, sino como algo que sólo puede tener existencia en unión con lo demás. Porque no son otra cosa más que un campo de vista más o menos accidental, en que quedó prendido nuestro ojo o la inteligencia ansiosa de saber. Sólo el mismo suelo vivo, en su situación natural, es algo entero e independiente. Para caracterizar claramente un suelo no es, pues, necesario reunir y reproducir todas sus propiedades, sino sólo aquellos que lo caracterizan y distinguen de otras formaciones edáficas. Así se abarca la formación edáfica como un todo. Bajo la denominación que se le da están contenidas todas sus otras propiedades (incluso aquellas que todavía no conocemos). Por lo tanto, en la descripción del suelo (no en su definición) pueden tenerse en cuenta cuantas propiedades se quiera; en primer lugar se tratarán con detalle los que tengan mayor importancia agrícola.

Por lo tanto, lo más importante para abarcar una formación edáfica como «todo» es encontrar y determinar las propiedades más

---

(\*) Descripciones detalladas en: KUBIĚNA, 1953. *Claves sistemáticas de suelos*. Madrid, C. S. I. C., Instituto de Edafología.

características. Esta es una de las tareas primordiales de la edafología al buscar nuevas unidades de cartografía. ¿Qué caracteres son éstos? La solución puede ser muy diferente.

Un dibujante dibuja un abedul. No se preocupa mucho de detalles, sino que recoge instintivamente lo que es esencial y característico. Su abedul «vive» propiamente. Otro determina trabajosamente un gran número de propiedades físicas y químicas y las apunta en un gran cuadro. Sus resultados tienen gran valor para el conocimiento de los abedules. Sin embargo, para la diagnosis y caracterización general, para enseñar expresamente qué cosa se entiende por la palabra «abedul», sirven de un grado mucho mayor las pocas características morfológicas presentadas con gran facilidad por el dibujante.

9. *Significado de la Morfología.*—Toda formación natural presenta dos aspectos: materia y forma. La «Edafología de propiedades», sólo veía en los suelos un amontonamiento de diferentes materias por lo que en los mapas de propiedades los caracteres morfológicos o no se tomaban en cuenta, o a menos en forma insuficiente. Sin embargo, la morfología del suelo es tan imprescindible y casi tan importante para su caracterización y clasificación como para las plantas y para los animales. En ella se manifiesta de más clara la diversidad de los suelos, y son siempre los caracteres más heterogéneos, los que hay que traer a primer término, cuando se trata de una caracterización inequívoca. Las descripciones del suelo en las cuales falta una indicación exacta del perfil, de la biología, de la clase de humus, de las particularidades de la estructura y coloración, de los caracteres de arrastre y de depósito de sustancias en los diferentes horizontes, etc., son de poco valor. Una cartografía de esta clase es una solución parcial y no puede solucionar el problema planteado en el párrafo 3. Necesitamos siempre también propiedades físicas y químicas para la caracterización de los suelos, pero ellos no pueden sustituir la caracterización morfológica o hacerla superflua. No quiero seguir sin mencionar aquí que la micromorfología da aún muchas mayores posibilidades para la caracterización de las múltiples formas edáficas y presenta por eso también para la cartografía una ayuda de mucho valor.

10. *Variantes del mapa del suelo.*—Si escogemos entre todas las unidades cartográficas que se han utilizado en mapas del suelo en los diferentes países las que tienen carácter de totalidad, reconocemos en seguida que no están en oposición una con otra, sino por el contrario, se completan y pueden ordenarse en grados de conceptos (categorías), en los cuales cada uno comprende a los siguientes y está comprendido en el anterior. Y así, de lo general a lo particular, podemos establecer el orden siguiente:

[Grupos de tipos], *Tipos*, Subtipos, Variedades, Grupos de formas locales («familias»), *Formas locales* («soil series»), *Unidades locales* («soil units») (\*).

Esta serie corresponde en su principio a las series naturales de animales y plantas:

[Troncos, Tipos, Clases, Ordenes], *Géneros*, Especies, Variedades, *Formas locales*.

Si se quiere, por lo tanto, confeccionar un mapa del suelo y no un «mapa de propiedades», hay que tomar esas unidades cartográficas de totalidad que se ordenan en las categorías antes citadas. Cuál de estas categorías se ha de escoger depende exclusivamente de la exactitud con que se quiera cartografiar las diversidades del suelo. Con la exactitud deseada está también en relación la escala a escoger; por lo tanto, se comprende naturalmente que será más necesaria una escala grande para grandes diferencias edáficas que en suelos de constitución más uniforme. Si estudiamos los mapas del suelo aparecidos hasta ahora, se observa que éstos no distinguen siete clases diferentes de mapas, correspondientes a las siete categorías antes citadas, sino en general sólo tres. Estas corresponden a las dos categorías principales, *el tipo*, y *la forma local*, a las cuales hay que añadir para los usos agrícolas, como método cartográfico bastante frecuente, el mapa de *unidad local*. El cuadro siguiente da idea de estas relaciones:

---

(\*) En los Estados Unidos también designados como «tipos». Estos tipos («tipos locales») no corresponden a los tipos europeos, es decir, a los conceptos originales del fundador de la tipología y edafología moderna Dokuchaev (= «tipos globales», en los Estados Unidos «Great Soil Groups»).



*Formas más corrientes de mapas del suelo*

Escala	Grado de exactitud	Características de las unidades cartográficas más empleadas
Pequeña	Mapas generales, (Mapas de países, provincias)	Tipos (Subtipos, variedades)
Media	Mapas de reconocimiento, (Mapas de provincias)	"Familias" (Grupos de formas locales), Formas locales (soil series)
Grande	Mapas de pueblos Mapas de distritos	Unidades locales (soil units)

También se ha intentado emplear una u otra categoría (grupos de categorías) en relación con otras escalas, pero estos casos pueden considerarse como excepcionales. Si ocurre que en los países, donde se conoce todavía poco la cartografía de unidades locales, por emplearse grandes escalas se siguen haciendo mapas de propiedades, es porque el tipo (tipo global) es demasiado general y, por lo tanto, no permite particularizar bastante.

Cuanto más general es una categoría, tanto menos adecuada será allí donde se trata de una caracterización más detallada de las formaciones edáficas. Cuanto más especial es una categoría, tantos más conceptos particulares abarcará y tantos más nombres de formaciones edáficas aparecerán en ella. Está claro que éstas tengan un significado menos general y más local. Sobre ellos habrá mucho más de constatar que sobre las unidades generales, y por eso su descripción del folleto explicativo alcanza mayor importancia.

11. *¿Demasiados conceptos edáficos? ¿Demasiados nombres?* Es inevitable el que en las categorías inferiores hayan de crearse muchos conceptos edáficos y nombres de suelos. Pero de ello no tiene la culpa ni la Edafología, ni la Cartografía del suelo, sino que el motivo está en la complejidad de la Naturaleza en que se encuentra el suelo como una formación natural inmensamente multiforme. Esto es un hecho que no necesitamos discutir. Pero

podemos preguntarnos: ¿Debemos someternos a este hecho, o *debemos desentendernos de él, simplificándonos la labor voluntariamente*? Esto lo puede resolver cada uno con su conciencia. Y de si ha escogido el buen camino lo decidirá, no el momento presente, sino el futuro, con la opinión de la posteridad. Toda simplificación voluntaria tendrá que sufrir las consecuencias, porque no responde a los hechos reales.

¡Demasiados conceptos! ¿Es esto una objeción cuando precisamente la labor que hemos de realizar es *separar y distinguir*? ¿No hablamos y decimos en la vida corriente a todas las cosas: casa, torre, columna, jardín, patio, jarro, escudilla?... ¡Qué abundancia de nombres y conceptos! ¡Si alguien quisiera decir que el crear tantas palabras es desconcertante y que hay que reducir los muchos miles de conceptos a unos pocos! Y nosotros que queremos investigar—no sólo distinguir para la vida corriente—, ¿debiéramos abandonar el método de crear conceptos para no obtener «demasiados nombres»?

Además, la objeción de un exceso de nombres de suelos es típica de personas que no han vivido nunca en países donde practica la genuina cartografía del suelo (no «cartografía de propiedades») hace decenas de años. En estos países mismos, no ha surgido nunca esta dificultad. Todo aquel que ha sabido vencer sus prejuicios, su desconfianza de lo nuevo porque todavía no lo ha asimilado, pronto ha de reconocer que sólo la presencia de unidades edáficas sistemáticas bien definidas y su ordenación y agrupamiento le permite una visión clara y precisa del conjunto. No es su obligación aprenderse de memoria todos los nombres locales de formaciones edáficas, como tampoco lo es para el agricultor práctico el aprenderse todas las razas de plantas agrícolas, de frutas, razas de animales domésticos, parásitos de las plantas y malas hierbas, sino sólo aquello que es para él de interés inmediato. El conocimiento de sus suelos le será facilitado sin necesidad de conocimientos previos especiales para la lectura de las claras definiciones y completas descripciones del folleto explicativo.

12. *El mapa agrícola del suelo.*—Ya que lo más adecuado no puede ser reemplazado, sólo nombraré una clase de mapas agrí-

colas del suelo que hoy día es también la más extendida: el mapa de unidades locales. El mapa agrícola del suelo (y al decir «mapa del suelo» excluyo todos los mapas de sólo propiedades, confróntese parr. 7), para que pueda ofrecer una visión bastante exacta de las particularidades de la formación del suelo, *exige el empleo de mayor escala*, concretamente, del orden de 1 : 1.000, hasta en el caso más extremo de 1 : 50.000. Si todavía se emplean escalas de 1 : 50.000 con bastante frecuencia, es porque al imprimirse en colores (para un número bastante grande de interesados) se compensa el coste bastante elevado de la impresión. Sin embargo, en los países que no poseen muchos medios económicos para la cartografía, hay otra manera de multiplicar la producción cartográfica.

Para grandes escalas, como ya se indicó, no conviene el mapa de tipos globales, ya que no permite entrar en detalles. Esto ya se desprende del hecho de que en este caso los mapas de tipos casi siempre se combinan con mapas de propiedades. Sin embargo, así no se crean conceptos de totalidad que vayan más allá del tipo que pudiera servir a la caracterización del suelo en el sentido de las exigencias formuladas en el párrafo 5. Esto se consigue por la cartografía de formas locales o, agrícolamente más ventajoso, de unidades locales. La unidad local (soil unit, tipo local) es una forma local (soil series) que contiene además la denominación de la clase de granulación de la capa superficial del suelo. Al nombre de la forma local se le añade la denominación de la unidad (clase de granulación; por ejemplo: *Ponceña limoso*). Las formas locales próximas se reúnen en un grupo (familia), por ejemplo: *Grupo Ponceña, Familia Ponceña*, que pertenece a un tipo determinado (por ejemplo, la familia *Ponceña* al tipo *chernosem*), o a un subtipo o variedad.

Hay que añadir que el mapa de unidades locales sólo alcanza su valor cuando se establece *la relación de las unidades y formas con determinados tipos y subtipos de suelos y se ordenan según los principios de la Edafología*. Sólo entonces es posible reconocerlas fácilmente según su verdadera esencia. Su ordenación según la roca madre, condiciones acuosas, yacimientos y otras propiedades aisladas es insuficiente y no responde a los principios de

una sana sistemática. Hay que tener en cuenta que una especialización inconexa es metódicamente un error casi tan grande como una generalización que prescinde de un examen detallado. Es aproximadamente lo mismo como si en la Zootecnia se creasen concepto de razas locales como *Yorkshire*, *Shorthorn*, *Berkshire* o *Karakul*, pero no se podría todavía distinguir claramente si se trataba de vacas, ovejas, cabras o cerdos.

13. *El pensamiento de un sistema mundial de la cartografía agrícola.*—Ya que la cartografía de unidades locales al servicio de la Agricultura práctica no puede ser sustituida por ninguna otra en cuanto a su rendimiento, no es más que cuestión de tiempo el que sea reconocida generalmente su gran importancia y se imponga en todas partes como cartografía agrícola. Con esto se solucionará otro problema urgente, la cuestión de alcanzar un sistema universal unificador de la cartografía agrícola. Esto es no sólo un gran pensamiento que contribuye a la unión de los pueblos, sino que únicamente un sistema cartográfico universal y uniforme podrá sentar las bases de una colaboración internacional racional en el campo de la agricultura y silvicultura. Las experiencias con métodos de cultivo, con el empleo de determinados utensilios de labor, medios de mejora del suelo, determinadas clases y razas de plantas, etc., que en cualquier país se hacen con suelos determinados, sólo podrán utilizarse en otros países rápidamente y racionalmente cuando sea posible reconocer en el país de aplicación de manera sencilla y segura aquellos suelos que en sus caracteres generales o en los caracteres decisivos se parezcan más a los suelos experimentados. Todo cambio de impresiones y experiencias internacional que está en relación con el conocimiento de ciertas formaciones edáficas será facilitado en gran manera con el uso de fundamentos cartográficos uniformes. Por eso convendría modificar lo menos posible este método de cartografía local, que, a pesar de su difusión por varios continentes, ha conservado su uniformidad.

14. *Importancia del mapa de formas y unidades locales para la Edafología.*—Ya he señalado en otros párrafos de esta Memoria v. párrfs. 3 y 5) la gran importancia del mapa del suelo en general y del mapa de unidades locales en particular para la agri-

cultura práctica. Sin conocimiento del suelo no se puede aplicar experiencias a los ambientes adecuados en forma racional, ni pueden los experimentadores hacer estudios y publicar resultados sin una definición y conocimiento de los suelos empleados, ni las autoridades pueden llevar a cabo planeamientos de manera racional sin conocimiento de la distribución y las extensiones de las áreas de los diferentes suelos de su país.

Un mapa tiene toda su eficacia sólo cuando sus datos son suficientemente conocidos. Sólo cuando existen conceptos edáficos útiles, designados por su nombre, pueden los suelos correspondientes ser estudiados en su aptitud o ineptitud para determinados procedimientos agrícolas y ser recogidas las experiencias de su comportamiento en determinados casos. ¿Qué sabríamos hoy acerca del ganado holandés, su aptitud o ineptitud a las diversas clases de aprovechamiento, si no existiese el concepto de «raza holandesa»? Sólo con la creación de un concepto pueden referirse a un objeto determinado las experiencias y conocimientos generales. Sólo entonces puede el objeto mismo ser reconocido más en su esencia y ser investigados con más exactitud sus caracteres y sus relaciones con el ambiente.

Aquí está también la gran importancia de la cartografía de las formas locales para la Edafología. La investigación edafológica se enriquece no sólo con nuevos conceptos edáficos, sino también con un nuevo principio de investigación. Las grandes escalas y los nuevos métodos de trabajo *obligan al detalle* y dan a conocer la gran importancia de los factores locales de la formación del suelo para la génesis de nuevas formas. Cuando la Edafología intentó en otros tiempos una cosa semejante fué de manera que determinaba propiedades aisladas que sólo añadía al tipo global, pero no buscaba nuevos conceptos de totalidad subordinados al tipo o subtipo global. La investigación de las formas locales muestra que ninguna propiedad existe por sí misma, sino que cada una es casi inseparable del conjunto y no actúa sobre su constitución sin influencia transformadora en las propiedades vecinas.

Más seguro de su meta camina por los nuevos procedimientos de trabajo el reconocimiento de lo general *a lo especial*, y tenemos la sensación de que sólo ahora comienza la investigación de

los suelos en sí, de los individuos del suelo, que con el estudio de los tipos se creó sólo *el marco* para el trabajo de detalle. El establecimiento de los tipos globales representa el tejado general bajo cuyo cobijo la investigación puede ir creciendo más fácil y segura, pero la constitución interna del edificio necesita ahora más que nunca del trabajo especial que, sin embargo, al fijarse en el detalle, no debe perder la vista del conjunto.

15. *Resumen.*—La presente Memoria se ocupa de los principios de la cartografía agrícola del suelo, los cuales pueden ser resumidos en los puntos siguientes:

1) Supone un desconocimiento de la misión de la cartografía agrícola el creer que su fin principal consiste en recoger algunas propiedades aisladas del suelo. Su misión primordial está mucho más allá en caracterizar de la manera más inequívoca posible las formaciones edáficas de un país, de nombrarlas y determinar su zona de extensión. (Parf. 3.)

2) Sólo de este modo es posible, en la agricultura práctica, volver a encontrar y reconocer en otro sitio aquellos suelos cuya conducta favorable o desfavorable ha sido determinada por la práctica general o con experiencias de abonos, laboreo, mejora o aptitud de razas vegetales. Las experiencias de cualquier clase que se refieren a cualquier formación de suelo sólo de esta manera pueden ser llevadas a cabo de forma racional.

3) El fin de la cartografía agrícola del suelo ha de ser el poder caracterizar y denominar las formaciones edáficas tan exactamente como la agricultura caracteriza y denomina los animales domésticos, plantas útiles y otros elementos agrícolas. (Parf. 5.)

4) Los «mapas de propiedades» no son mapas de suelos. Constituyen únicamente un intento de solucionar de manera esquemática, es decir improvisada, el problema planteado. En el estado actual de la Edafología ya no hay disculpa para semejante solución de carácter puramente pasajero (Parf. 6 y 7.)

5) Sólo pueden calificarse de mapas de suelos en el verdadero sentido aquellos en los cuales los suelos se toman como totalidades. Toda otra cartografía no representa sino una solución parcial del problema. (Parf. 7 y 8.)

6) Las unidades cartográficas que se formaron por agrega-

ción sumativa de ciertas propiedades fijas (complejos de propiedades) son tan ambiguas que de ningún modo pueden servir a la caracterización y denominación inequívoca de las formaciones edáficas. (Parf. 8.)

7) Como mapas agrícolas de suelos apropiados pueden calificarse hoy día los mapas de tipos globales y los mapas de formas locales y unidades locales. Cuando se recomienda el uso de uno u otro, decide el grado de exactitud del trabajo exigido y la escala del mapa. (Parf. 10.)

8) Las formas locales y unidades locales deben ordenarse en las leyendas de los mapas también según tipos y subtipos globales, y no según propiedades aisladas. (Parf. 12.)

9.) El mapa agrícola de suelos, con mucho el más adecuado, es el mapa de unidades locales (parf. 12). Es de esperar, por lo tanto, que con el tiempo se abra paso por todas partes.

10) Ya que el mapa de unidades locales, en cuanto a su rendimiento para la agricultura práctica, no puede ser igualado por ningún otro, se puede esperar que con su uso universal se cubrirá la necesidad de un sistema mundial uniforme de cartografía agrícola del suelo, de la cual resultará una mayor facilidad en la colaboración internacional en el campo de la agricultura y selvicultura. (Parf. 13.)

11) Con los mapas de formas locales y de unidades locales la investigación edáfica no sólo se enriquece extraordinariamente en nuevos conceptos edáficos, sino también con un nuevo principio de investigación, que nos proporciona una visión más clara de la importancia de los factores locales en la formación de nuevas variedades de suelos. (Parf. 14.)

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL

#### SUMMARY

In view of the great diversity of the mapping systems in Europe the preceding memorandum undertakes the task to discuss the general requirements and principles of agricultural soil survey which can be summarized in the following items.

1. To believe that the main purpose of the agricultural soil survey implies the mapping of merely a number of soil properties is a misunderstanding. The most urgent task is to characterize as unequivocally and as simple as possible the soils of a district and to determine cartographically the area of their distribution (paragraph 3).

2. Only by this it will be possible for practical agriculture to define and name unequivocally particular soils which proved to be favourable or unfavourable by different fertilizing, tillage, melioration or culture experiments or according general farming experiences furthermore to find and to recognize easily the same or similar soils in other places. Only this will allow to utilize elsewhere without difficulty results of any kind which relate to particular soils and to find a more secure and rational application.

3. The goal of agricultural soil science and soil mapping must be to characterize and name as unequivocally the different soil forms as it is done by practical agriculture with culture plants, domestic animals and other elements of agricultural economics (paragraph 5).

4. Maps of soil properties are not maps of soils. They are only an attempt to resolve the problem schematically i. e. provisionally, not completely. In view of the present stage of development of soil science there is no justification for such a solution (paragraph 6 and 7).

5. As soil maps in the proper meaning only such maps can be regarded, in which the soils are mapped as entities (paragraph 7 and 8).

6. Mapping units which are nothing but a mere summative accumulation of a certain number of properties are so ambiguous that the demand for an unequivocal characterization and naming of soils is by no means fulfilled (paragraph 8).

7. As soil maps in the proper sense can be regarded today maps of soil types (in the sense of Dokutschaev 1879 = global types (\*) = groups = great soil groups = mayor soil groups) local forms (soil series (\*\*), local varieties) and local units (local types). When to apply the one or the other depends primarily of the scale of the soil map (paragraph 10).

8. The soil series (formas locales) and local types (unidades locales) should be ordered in the legend of the maps pedologically i. e. after global types (great soil groups) and sub-types and not after some soil property (paragraph 12).

9. The most adequate system for the agricultural soil survey is the system of local units (local types). In view of its great advantages it can therefore be expected that it will sooner or later reach general distribution.

10. Since the system of local units (local types) cannot be surpassed by

---

(\*) Including sub-types and varieties.

(\*\*) Including families of series, catenas, etc.



others in its suitability for agricultural purposes it can be expected that by its general use the demand for a uniform world system of the agricultural soil survey will be fulfilled. This will bring about a much greater facility of the international collaboration in the field of practical agriculture and forestry (paragraph 13).

11. By the soil survey with local forms (soil series) and local units (local types) soil science in general is greatly stimulated by the enrichment with new and very useful pedological concepts, furthermore by a new principle of soil research by which the efficiency of local factors in creating new soil formations is given more attention than before (paragraph 14).



# ENSAYO DE CULTIVO DE ALFALFA EN GALICIA

por

ERNESTO VIEITEZ y GREGORIO FRAILE

La Sección de Fisiología Vegetal de la Misión Biológica de Galicia en colaboración con la Sección de Microbiología del INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISILOGÍA VEGETAL, está realizando desde 1951 estudios sobre las posibilidades de introducción de Leguminosas de alto valor forrajero en los prados de Galicia. Las especiales características de los suelos de esta región hacen de ello un problema delicado, que ha de ser llevado con precaución y requiere un meticuloso estudio de las exigencias ecológico-fisiológicas de aquellas plantas.

A pesar de que estos trabajos se hallan en pleno desarrollo, juzgamos interesante dar un avance de los resultados ya obtenidos en la adaptación de una especie tan importante como es la alfalfa. Planta de reconocida resistencia a suelos del tipo de Galicia y cuyo cultivo en esta región fué siempre considerado como impropio por los expertos correspondientes. Por esta causa no dudamos en exponer sucintamente los datos obtenidos en 1951 y 1952.

1951

En los campos de experimentación de la Misión Biológica se monta un ensayo con semilla de alfalfa, var. De Puits, previo encalado del terreno a razón de 2 Tm/Ha de cal apagada que se aplica veinte días antes de proceder a la siembra. En este día se añaden 500 Kg/Ha y 200 Kg/Ha respectivamente, de superfosfato y

sulfato de potasa. La siembra se realiza en surcos distantes entre sí 25 cms. Una hora antes de sembrar se inocula la semilla con *Rhizobium Trifolii* cuyas características son las siguientes:

### RHIZOBIUM TRIFOLII (Estirpe 1151)

PROCEDENCIA:	<i>Trifolium incarnatum</i> (Pontevedra).
NODULACIÓN:	Regular.
NÓDULO ELEGIDO:	De la parte superior.
BACTEROIDES:	En forma de maza y vacuolados.
MEDIO EMPLEADO:	79 M. pH 6.
CRECIMIENTO:	Rápido (cinco días).
ESTRÍA O COLONIAS:	Blancas, mucosas.
MORFOLOGÍA:	Bacilos medianos.
COLORACIÓN GRAM:	Negativos.
MEDIO CRISTAL VIOLETA:	Colonias pequeñas claras.
MEDIO ROJO CONGO:	No absorbe.
MEDIO GLICEROFOSFATO:	No pardea.
MEDIO NITRATADO SAGEN:	Nitritos + +.
CALDO 79 A pH 10:	No crece.
CALDO 79 A pH 12:	No crece.
LECHE TORNASOLADA:	Alcalina con suero.
GLUCOSA:	Acida + + + +.
SACAROSA:	0
XYLOSA:	0.
V. P. Y R. M.:	Negativas.
INDOL:	Negativa.

La producción en este primer año de ensayo fué:

Fecha de siembra	Cortes	Fecha	Producción Kgs/Ha forraje verde
11 de abril	1.º	10 de julio	15.225
	2.º	10 de agosto	24.750
	3.º	5 de octubre	24.285
Total el primer año.....			64.260

1952

Los resultados obtenidos en el año anterior aconsejan realizar ensayos más complejos con las variedades de alfalfa De Puits, Totana, Aragón y secano, sometidos a los tres niveles de encalado, superfosfato y potasa siguientes:

Cal <sub>0</sub>	= nada de cal apagada
Cal <sub>2</sub>	= 2 Tm/Ha » »
Cal <sub>3</sub>	= 3 Tm/Ha » »
P <sub>0</sub>	= nada de superfosfato
P <sub>1</sub>	= 300 Kg/Ha »
P <sub>2</sub>	= 600 Kg/Ha »
K <sub>0</sub>	= nada de sulfato potásico
K <sub>1</sub>	= 110 Kg/Ha » »
K <sub>2</sub>	= 220 Kg/Ha » »

Se siembran el día 6 de abril de 1952 en surcos distantes entre sí 25 cms. La cal se añade 20-25 días antes de la siembra; y el superfosfato y la potasa el mismo día. La semilla se inocula momentos antes de la siembra con *Rhizobium Melilotii*, cuyas características son las siguientes:

## RHIZOBIUM MELILOTII (Estirpe 164)

PROCEDENCIA:	<i>Medicago sativa</i> (Huerta Pardo).
NODULACIÓN:	Escasos.
NÓDULO ELEGIDO:	De la parte media.
BACTEROIDES:	Poco ramificados.
MEDIO EMPLEADO:	79 M. pH = 7.
CRECIMIENTO:	Rápido (cinco días).
ESTRÍA O COLONIAS:	Blanco-amarillentas, mantec
MORFOLOGÍA:	Bacilos medianos.
COLORACIÓN GRAM:	Negativos.
MEDIO CRISTAL VIOLETA:	Colonias pequeñas uniformes.
MEDIO ROJO CONGO:	No absorbe.
MEDIO GLICEROFOSFATO	No pardea.

MEDIO NITRATADO SAGEN:	Nitritos ++.
CALDO 79 a pH 10:	Crece +.
CALDO 79 a pH 12:	No crece.
LECHE TORNASOLADA:	Acida y suero.
GLUCOSA:	+++ (ácido).
SACAROSA:	+++.
XYLOSA:	++++.
V. P. y R. M.:	Negativas.
INDOL:	Negativa.

## RESULTADOS

*Producción de la alfalfa De Puits*

Tratamiento	pH en novbre.	Fecha de corte	Producción Kg/Ha
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Cal <sub>0</sub>	5,4	20-6-52	11.110
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Cal <sub>0</sub>	5,75	20-6-52	9.722
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Cal <sub>0</sub>	5,35	20-6-52	13.541
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Cal <sub>2</sub>	6,03	20-6-52	11.110
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Cal <sub>2</sub>	5,58	20-6-52	13.200
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Cal <sub>2</sub>	5,58	20-6-52	11.110
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Cal <sub>3</sub>	5,58	20-6-52	12.153
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Cal <sub>3</sub>	5,65	20-6-52	12.324
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Cal <sub>3</sub>	5,65	20-6-52	11.458

No se practicaron más cortes en 1952 por haber sido dejadas estas parcelas para producción de semilla.

*Producción de la alfalfa Totana*

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Cal <sub>0</sub>	5,10	1.º	20- 6	5.222
»		2.º	22- 7	8.333
»		3.º	20- 8	9.028
»		4.º	7-10	7.000
»		5.º	22-11	6.940
				36.523

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> 0	5,05	1.º	20- 6	7.639
»		2.º	22- 7	7.986
»		3.º	20- 8	10.417
»		4.º	7-10	7.300
»		5.º	22-11	6.944
				40.286
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> 0	5,30	1.º	20- 6	7.980
»		2.º	22- 7	9.722
»		3.º	20- 8	10.417
»		4.º	7-10	7.000
»		5.º	22-11	7.300
				42.419
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>1</sub> 2	5,85	1.º	20- 6	10.763
»		2.º	22- 7	11.458
»		3.º	20- 8	15.300
»		4.º	7-10	8.680
»		5.º	22-11	8.680
				54.881
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> 2	5,20	1.º	20- 6	6.944
»		2.º	22- 7	9.028
»		3.º	20- 8	9.375
»		4.º	7-10	6.597
»		5.º	22-11	5.900
				37.844
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> 2	5,55	1.º	20- 6	11.110
»		2.º	22- 7	11.853
»		3.º	20- 8	11.900
»		4.º	7-10	8.330
»		5.º	22-11	5.550
				48.743

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forrajs verde Kg/Ha
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>3</sub>	5,00	1.º	20- 6	9.722
»		2.º	22- 7	11.111
»		3.º	20- 8	13.540
»		4.º	7-10	7.000
»		5.º	22-11	6.944
				48.317
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub>	5,50	1.º	20- 6	12.500
»		2.º	22- 7	13.194
»		3.º	20- 8	15.970
»		4.º	7-10	8.640
»		5.º	22-11	9.028
				59.332
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub>	5,73	1.º	20- 6	8.333
»		2.º	22- 7	9.722
»		3.º	20- 8	11.111
»		4.º	7-10	7.000
»		5.º	22-11	5.550
				41.716

*Producción de la alfalfa de Aragón*

Tratamiento	pH en noviemb.	Corte	Fecha	Producción forrajs verde Kg/Ha
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>0</sub>	5,58	1.º	20-6	5.208
»		2.º	22-7	6.944
»		3.º	20-8	5.903
»		4.º	7-10	3.820
»		5.º	22-11	4.160
				26.035



Tratamiento	pH en noviemb.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>10</sub>	4,92	1.º	20-6	5.903
»		2.º	22-7	9.722
»		3.º	20-8	7.000
»		4.º	7-10	4.860
»		5.º	22-11	6.250
				33.735
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>10</sub>	5,62	1.º	20-6	7.640
»		2.º	22-7	9.720
»		3.º	20-8	8.330
»		4.º	7-10	5.050
»		5.º	22-11	2.770
				33.510
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>2</sub>	5,83	1.º	20-6	5.903
»		2.º	22-7	9.375
»		3.º	20-8	7.000
»		4.º	7-10	4.860
»		5.º	22-11	6.250
				33.388
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub>	5,80	1.º	20-6	8.680
»		2.º	22-7	9.375
»		3.º	20-8	9.028
»		4.º	7-10	5.209
»		5.º	22-11	6.250
				38.542
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub>	5,61	1.º	20-6	10.070
»		2.º	22-7	9.722
»		3.º	20-8	9.375
»		4.º	7-10	5.530
»		5.º	22-11	6.940
				41.637

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
$P_0K_0Ca_3$	5,70	1.º	20-6	3.820
»		2.º	22-7	10.070
»		3.º	20-8	6.600
»		4.º	7-10	4.800
»		5.º	22-11	4.160
				29.510
$P_1K_1Ca_3$	5,72	1.º	20-6	7.986
»		2.º	22-7	10.070
»		3.º	20-8	8.333
»		4.º	7-10	5.903
»		5.º	22-11	6.944
				39.236
$P_2K_2Ca_3$	5,35	1.º	20-6	9.444
»		2.º	22-7	9.375
»		3.º	20-8	7.640
»		4.º	7-10	5.207
»		5.º	22-11	5.900
				37.566

*Producción de la alfalfa de secano*

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
$P_0K_0Ca_0$	5,61	1.º	20-6	7.638
»		2.º	22-7	9.375
»		3.º	20-8	9.375
»		4.º	7-10	5.550
»		5.º	22-11	5.900
				37.838

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>0</sub>	5,57	1.º	20-6	9.722
		»	22-7	7.986
		»	20-8	9.028
		»	7-10	5.550
		»	22-11	5.550
				37.836
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>0</sub>	5,70	1.º	20-6	8.333
		»	22-7	10.764
		»	20-8	9.028
		»	7-10	6.250
		»	22-11	6.250
				40.625
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>2</sub>	5,60	1.º	20-6	7.640
		»	22-7	5.550
		»	20-8	5.550
		»	7-10	4.700
		»	22-11	4.160
				27.600
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub>	5,64	1.º	20-6	9.028
		»	22-7	9.028
		»	20-8	9.028
		»	7-10	5.903
		»	22-11	6.944
				39.931
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub>	5,55	1.º	20,6	7.638
		»	22-7	10.417
		»	20-8	7.640
		»	7-10	4.860
		»	22-11	4.514
				35.069

Tratamiento	pH en novbre.	Corte	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
$P_0K_0Ca_3$	5,71	1.º	20-6	10.764
		2.º	22-7	9.375
		3.º	20-8	9.722
		4.º	7-10	6.250
		5.º	22-11	6.250
				42.361
$P_1K_1Ca_3$	5,25	1.º	20,6	7.638
		2.º	22-7	5.903
		3.º	20-8	7.800
		4.º	7-10	4.170
		5.º	22-11	4.100
				29.171
$P_2K_2Ca_3$	5,74	1.º	20-6	11.458
		2.º	22-7	9.375
		3.º	20-8	10.417
		4.º	7-10	5.903
		5.º	22-11	6.250
				43.403

*Producción total de alfalfa durante el año 1952*

*Sembrada el 6 de abril de 1952*

Tratamiento	Variedad	Producción Kg/Ha forraje verde
$P_0K_0Ca_0$	Aragón	26.035
	Secano	37.838
	Totana	36.523
$P_1K_1Ca_0$	Aragón	33.735
	Secano	37.830
	Totana	40.286
$P_2K_2Ca_0$	Aragón	33.510
	Secano	40.625
	Totana	42.419

Tratamiento	Variiedad	Producción Kg/Ha forraje verde
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>2</sub>	Aragón	33.388
»	Secano	27.000
»	Totana	54.881
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub>	Aragón	38.542
»	Secano	69.931
»	Totana	37.844
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub>	Aragón	41.657
»	Secano	35.069
»	Totana	48.743
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> Ca <sub>3</sub>	Aragón	29.510
»	Secano	42.361
»	Totana	48.317
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub>	Aragón	39.236
»	Secano	29.171
»	Totana	59.332
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub>	Aragón	37.566
»	Secano	43.403
»	Totana	41.716

La producción de la var. *De Puits* sembrada en 1951, en su segundo año de crecimiento fué la siguiente:

Cortes	Fecha	Producción forraje verde Kg/Ha
1.º	24 marzo	14.615
2.º	15 mayo	22.307
3.º	9 junio	19.696
4.º	12 julio	18.300
5.º	20 agosto	22.727
6.º	7 octubre	10.060
7.º	21 noviembre	6.810
TOTAL ... ..		115.061

En este año se montaron ensayos en diversos puntos de la provincia de Pontevedra (fig. 1), también con buenos resultados.

\* \* \*

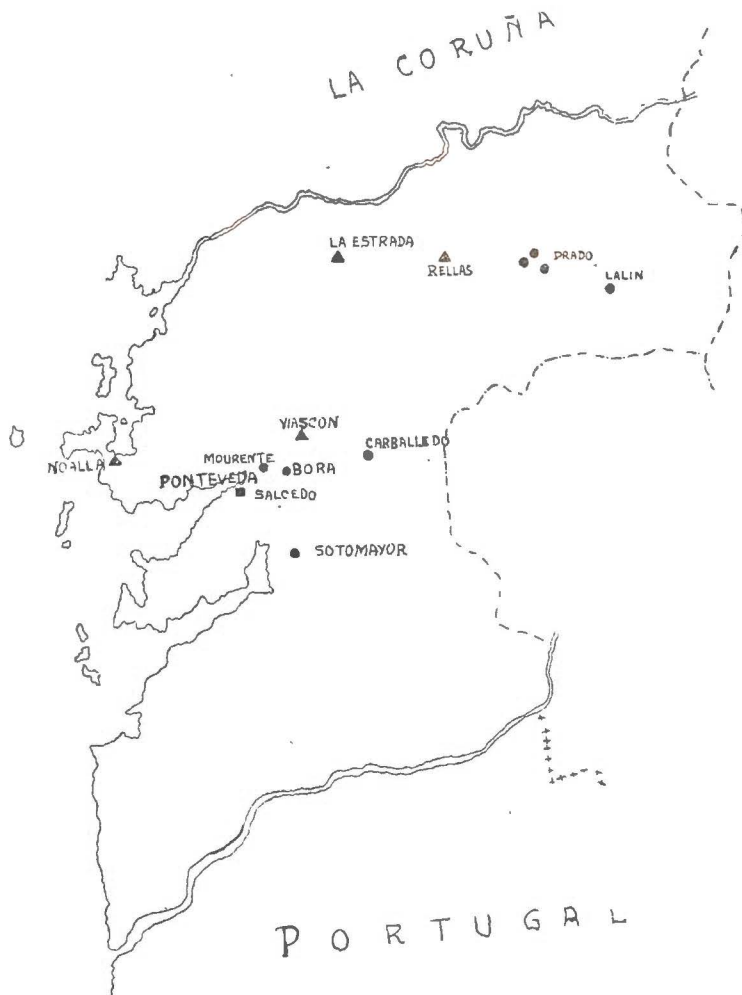


FIG. 1.

Mapa de la provincia de Pontevedra señalando los distintos lugares en donde se realizan los ensayos de cultivo de alfalfa. ■ ensayos montados en 1951; ▲ ensayos montados en 1952; ● ensayos montados en 1953.

Aunque los resultados que se obtuvieron en los dos primeros años de experiencias son buenos y hacen concebir fundadas esperanzas, nos abstenemos de hacer todo comentario y discusión sobre los mismos, pues juzgamos que es necesario un período de



FIG. 2.

Vista de las parcelas de experimentación de alfalfa en la Misión Biológica de Galicia.



FIG. 3.

Aspecto de una de las parcelas de alfalfa, variedad «De Puits», antes del tercer corte en su segundo año de producción.

*(Fotos E. Vieitez).*

cuatro-cinco años de ensayos antes de poder llegar a conclusiones definitivas sobre la conveniencia de aconsejar al agricultor gallego la introducción del cultivo de alfalfa en sus campos.

Una campaña de divulgación de este cultivo no debe hacerse tomando como base tan sólo los resultados que hemos obtenido, pues, como ya dejamos indicado, el problema es delicado, y aunque «va por buenos caminos», toda labor divulgadora precipitada puede ser contraproducente. Entendemos que en todo momento esta labor ha de hacerse rígidamente controlada por los técnicos, habida cuenta de las exigencias de la alfalfa para su crecimiento, y que si son tenidas en cuenta el éxito será completo, pero se fracasará si son descuidadas.

*Misión Biológica de Galicia. Pontevedra.*

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL

#### RESUMEN

Se da un avance de los trabajos que desde 1951 realizan la Sección de Fisiología Vegetal de la Misión Biológica de Galicia y la Sección de Microbiología del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, sobre las posibilidades de cultivar alfalfa en Galicia con buenos resultados. Aunque esos trabajos requieren un período no inferior a 4-5 años para poder llegar a conclusiones definitivas, los resultados obtenidos en 1951 y 1952 son francamente buenos. Merecen destacarse los obtenidos con la variedad «De Puits», la que en su segundo año de crecimiento produjo 115.061 Kg. por Ha. de forraje verde.

#### SUMMARY

For the studies to grow alfalfa successfully in Galicia, which are being carried out from 1951 by both Plant Physiology Department of the Misión Biológica de Galicia and the Microbiology Department of the Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, an advance is made. As the experiences are still in progression not a final conclusion may be drawn before a 4-5 years period has been passed away. However for 1951 and 1952 results were good specially ones from alfalfa «De Puits» yielding 115.061 Kg/Ha. fresh way during its second year grow.



# EL TRABAJO DE LA DIVISION DE PATOLOGIA VEGETAL EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE ROTAHMSTED (\*)

por

Sir WILLIAM OGG

El estudio de la Patología vegetal en Rothamsted se inició en 1918, y en años recientes se ha desarrollado de tal forma que, en la actualidad, casi la mitad del personal de Rothamsted está ocupado en trabajar sobre Patología vegetal. Al presente, las líneas principales de trabajo en el Departamento de Patología vegetal son sobre virus y hongos del suelo. Bawden y sus colaboradores han hecho valiosas contribuciones al conocimiento de las propiedades fundamentales de los virus. El trabajo ha versado sobre el origen y significado de las inclusiones intracelulares, la naturaleza química de los virus, el tamaño y forma de las partículas de virus y la manera en que los virus se mueven a través de las plantas infectadas. Algunos virus se han aislado en formas aparentemente puras, y todos ellos parecen ser esencialmente nucleoproteínas. Algunos forman cristales verdaderos, y otros son cristales líquidos; todos han sido examinados por métodos de rayos X y por medio del microscopio electrónico, lo que ha proporcionado mucha información acerca de su tamaño, forma y estructura. Se han realizado también trabajos sobre sus propiedades serológicas, que han conducido al desarrollo de un mé-

---

(\*) Traducción de José García Vicente.

todo rápido de diagnosis para algunas de las enfermedades más comunes producidas por virus. La mayoría de los virus en Inglaterra se propagan por áfidos, los cuales se infectan mientras se alimentan de plantas enfermas; de igual modo han sido estudiadas las intrincadas relaciones entre los virus y sus insectos vectores. En el campo, la atención se ha dirigido hacia los factores que afectan la propagación de las enfermedades producidas por virus, particularmente en las cosechas de patata y remolacha. Se ha logrado un mejor conocimiento de la naturaleza de los virus y de la forma en que se propagan. Se consideró que una de estas enfermedades, conocida como amarillos de la remolacha, redujo los rendimientos de la cosecha en Inglaterra en más de un millón de toneladas en 1949. Se ha trabajado sobre las proteínas específicas de las plantas infectadas por virus, y se ha demostrado que sólo parte de ellas pueden efectuar la infección. Las investigaciones han sido hechas sobre cierto número de cosechas, incluyendo patatas, remolacha, lechuga, coliflor, col, cacahuets y cacao. Se idearon técnicas para usar fósforo radioactivo en el estudio de la alimentación y movimiento de los áfidos relacionados con la transmisión de virus. Como resultado de seis años de experimentos se dedujo que en el sureste de Inglaterra la escarda y el aclareo en los patatares no disminuye suficientemente las enfermedades de virus como para que el método valga la pena, pero los experimentos preliminares en cooperación con el Departamento de insecticidas indicaron que rociando con insecticidas generales («systemic») disminuye el desarrollo del enrollamiento de las hojas. Ha habido un gran incremento en amarillos de remolacha desde que la producción de semilla de remolacha fué iniciada en este país durante la guerra. Se desarrollaron medidas de control en los semilleros, y en 1950 se introdujo un certificado de sanidad cuando más de la mitad de los semilleros para cosecha de simiente del país fueron aislados, cultivados con cosechas de abrigo o diseminados.

En el aspecto micológico se presta especial atención a las condiciones ambientales que afectan a la supervivencia de los hongos del suelo y su poder para causar infección, y han sido examinados cuidadosamente los efectos de las condiciones del suelo y abonado sobre la incidencia de las enfermedades fúngicas. Al idear las

medidas control se ha pensado que las condiciones que detienen algunas enfermedades favorecen el desarrollo de otras. Los suelos ácidos, por ejemplo, fomentan el «club root», mientras que los suelos alcalinos ligeros lo hacen con todas. El hongo causante de la enfermedad, conocido como «eyespot», se encontró por primera vez en Gran Bretaña en el campo de Broadbalk en 1935, y en la actualidad se sabe que es una de las principales causas de encamado («lodging») del trigo y cebada. Esto hace molesta la recolección y conduce directa e indirectamente a pérdidas en la cosecha. Los factores que activan un exuberante desarrollo en los períodos tempranos, tales como lluvias abundantes y la aplicación de fuertes abonados nitrogenados, favorecen el desarrollo de los hongos, y la incidencia de la enfermedad es mayor donde se cultivan frecuentemente cosechas susceptibles. Entre las medidas de control que se prueban están el empleo de rotaciones más largas, que el abonado principal nitrogenado tenga lugar cuando el desarrollo de la cosecha está avanzado, el rociar con ácido sulfúrico y el uso de variedades de paja corta. Otra enfermedad causada por el mismo hongo en la avena fué descubierta recientemente. Se ha trabajado bastante sobre «club root» y han sido iniciadas investigaciones sobre la roña de la patata y roya de los cereales. También se ha hecho un estudio de la nueva enfermedad que ataca a los sicomoros en el Este de Londres, la cual se encontró que era causada por un hongo hasta ahora conocido solamente sobre arce en Canadá y Estados Unidos.

En el Departamento de Bioquímica se ha continuado el trabajo sobre hojas normales e infectadas de virus. Las hojas de tabaco normales contienen una nucleoproteína inestable que se sedimenta en la ultracentrífuga; la cantidad separada puede alcanzar hasta el 10 por 100 de la proteína de la hoja, y probablemente permanece más unida a la fibra. Esta proteína es un contaminante regular de todas las preparaciones de virus vegetal hechas por métodos diseñados para conservar el virus en su estado original. Usando la experiencia obtenida con este material, se ha progresado en el conocimiento de los cambios que el virus de la necrosis del tabaco experimenta en el proceso de aislamiento, y se ha sugerido que gran parte de la infectividad de una preparación se

adquiere después que el virus ha sido liberado de la célula, así como las preparaciones hechas a partir de savia, pasado algún tiempo de su extracción, son más infecciosas que las de la recién extraída. Esta posibilidad llega a ser importante cuando se piensa en el mecanismo de la infección de virus y las posibilidades de control. Se continuó trabajando en la separación de la proteína de la hoja en gran escala. Se han diseñado un molino y una prensa que actúan satisfactoriamente con hierbas y otros materiales foliáceos en una instalación piloto.

Una creciente amenaza para nuestras cosechas son los menudos nematelmintos que atacan una amplia variedad de plantas. Estos son gusanos filiformes transparentes que apenas se distinguen a simple vista y no se deben confundir con las lombrices, larvas de elatéridos y otros animales parecidos a los gusanos. Las especies de vida libre se encuentran en el suelo, agua, abono de cuerdas y otros medios de descomposición natural, donde desempeñan su parte en la ecología general del medio ambiente. Algunas son predatoras sobre otros nematelmintos, otras se alimentan de bacterias y otras son saprofitas, alimentándose de residuos vegetales en descomposición. Hay un escalón no muy claramente definido desde estas formas saprofitas a las formas verdaderamente parásitas de plantas, algunas de las cuales hacen gran daño a las cosechas agrícolas y hortícolas. Especies diferentes atacan partes diferentes de la planta, raíces, tallos, hojas, inflorescencias. Algunas especies se limitan a una o dos especies de planta huésped; otras son parásitas sobre toda clase de huéspedes, incluyendo muchas malas hierbas. Los nematelmintos parásitos de plantas se pueden clasificar en dos grupos principales: 1), los que infectan el tallo, hojas y flores; 2), los que infectan las raíces.

De los nematelmintos que infectan la raíz, el más importante es el nematelminto de la raíz de la patata. Antes de ahora este nematelminto ha causado enorme daño en las comarcas donde se cultivan las patatas intensamente, y se están buscando métodos para controlar esta plaga. Las pérdidas debido a esto en Inglaterra se calculan en 2.000.000 de libras por año. Se están haciendo estudios en el Departamento de Nematología en Rothamsted con vistas a hacer más profundo nuestro conocimiento de los factores

implicados en la incubación de las larvas de los quistes, es decir, de las hembras crecidas que pasan desde las raíces infectadas al suelo, donde pueden permanecer en un estado infectante durante varios años. Se sabe que ciertas sustancias se desprenden de las raíces de las patatas y tomates (sustancias difundidas por la raíz), las cuales pueden, en alta dilución, estimular la incubación de las larvas de los huevos dentro de los quistes. Se están investigando problemas relacionados con este fenómeno desde distintos puntos de vista, incluyendo la influencia de la rotación de la cosecha. Se continúa trabajando sobre D-D y otros fumigantes nematocidales como medios posibles de controlar el nematelminto de la raíz de la patata en el suelo. El control de nematelmintos parásitos de las plantas viene complicado por dos hechos sobresalientes: *a*), la cutícula de nematodo y el cascarón de los huevos se componen de sustancias sumamente resistentes a muchos de los desinfectantes y fumigantes usuales; este hecho dificulta el control químico; *b*), muchos nematelmintos pasan a un estado latente en el cual pueden permanecer vivos e infecciosos durante varios años; esto complica el control por rotaciones de cosecha o por barbecho. Si además, las especies en cuestión son también parásitas de las malas hierbas comunes, su eliminación se hace virtualmente imposible y deben concentrarse los esfuerzos en conservar su número dentro de determinados límites. Los experimentos sobre control químico se han seguido durante varios años y se continuarán.

Las plagas de insectos también causan fuertes pérdidas cada año, y el Departamento de Entomología de Rothamsted dedica su atención al problema originado por las larvas de elatéridos y gusanos blancos, áfidos y cecidómidos. Se han realizado estudios fundamentales sobre las causas de bruscas apariciones de insectos, e igualmente se han realizado investigaciones sobre problemas especiales relativos a plagas particulares. La continuación del trabajo sobre medida de poblaciones de insectos ha demostrado que la mayoría de las fluctuaciones en número se pueden explicar por las lluvias y temperaturas de los tres meses anteriores. En el estudio de la emigración de los insectos se han obtenido nuevas pruebas de los movimientos en otoño hacia el Sur; en 1950, en Inglaterra, hubo muy pocas entradas de agentes de plagas. Nue-

vas trampas de succión, las cuales separan lo atrapado durante cada hora del día y de la noche arrojan nueva luz sobre la actividad de los insectos y sobre su arrastre en las capas superiores de aire de una comarca a otra. Uno de los resultados es la demostración de dos máximos en actividad, mañana y tarde, en muchas especies de áfidos. Los estudios de suelos forestales han mostrado inesperadamente gran número de ácaros, que en muchos lugares exceden en número a los insectos. Las investigaciones de lombrices incluyen pruebas de una nueva técnica eléctrica para conducir los gusanos a la superficie, de modo que se puedan determinar las especies y número. En colaboración con el Departamento de Insecticidas y Fungicidas se está trabajando sobre el efecto de varios insecticidas, sobre las poblaciones de larvas de elatéridos, y se está haciendo también un estudio del aumento del número de larvas de elatéridos en «leys». El trabajo sobre la «swede midge» (*Contarinia nasturtii*) ha demostrado que puede atacar a un número mucho mayor de plantas alimenticias de lo que se creía, y a muy diferentes partes de la planta.

En la actualidad hay un departamento que se ocupa de la investigación sobre las abejas. Se están realizando ahora trabajos que incluyen investigaciones sobre las diversas enfermedades de las abejas y sus crías, sobre varios problemas relacionados con la anatomía de la abeja, su comportamiento en la colmena y en el campo, mantenimiento de la colmena, métodos de comunicación y fisiología. También se están haciendo estudios sobre los efectos de los diversos factores biológicos y físicos del medio ambiente sobre la actividad de la abeja. Una línea ulterior de trabajo en relación con la reproducción de la abeja utiliza la inseminación artificial con fines de selección y mejora de razas de abejas con miras particulares. Se están también estudiando otros problemas relacionados con la producción de la abeja. Desde un punto de vista agrícola, el trabajo sobre la polinización de cosechas de grano y fruto es claramente la más importante de las actividades del Departamento de Abejas. Aunque no hay ninguna duda de que, consideradas todas las cosas, la abeja obrera es, generalmente, el insecto polinizador de cosechas de grano y fruto más importante en este país, sin duda en todo el mundo, no por eso debería olvidarse que el abejorro y varias es-

pecies de abejas no sociales o solitarias son también de gran importancia como polinizadoras, y su comportamiento tiene que ser estudiado y comparado con el de la abeja para que nosotros podamos reconocer y hacer el mejor uso de los insectos beneficiosos para nosotros. Semejantemente, aunque trabajar sobre reproducción de abejas es de gran importancia para los abejeros y es probable que conduzca, en un futuro relativamente próximo, a la producción de estirpes de abejas que posean una capacidad muy superior para producir miel, comparada con la mayoría de las estirpes de abejas aprovechables actualmente, es también probable que sea de gran provecho para los productores de granos, puesto que hay ya ciertas pruebas que demuestran que algunas estirpes de abejas de varias razas visitan y polinizan flores de trébol rojo mucho más frecuentemente que lo hacen las abejas de otras estirpes. El desarrollo de una estirpe de abeja, especialmente adecuada para la polinización del trébol rojo, parece ser una clara posibilidad. El trabajo es, por tanto, no sólo de interés para los abejeros, sino que se sigue con vivo interés por los productores de grano y fruto, muchos de los cuales han demostrado su buena voluntad para cooperar en el trabajo sobre polinización.

Se han hecho grandes adelantos en años recientes sobre el control de plagas de insectos por medio de insecticidas tales como el D. D. T., y se está llevando a cabo, en el Departamento de Insecticidas, la investigación sobre una extensa variedad de estas sustancias. El trabajo está dirigido, principalmente, a establecer los principios básicos que favorezcan la investigación de nuevos insecticidas y guíen el uso de los ya establecidos. Hasta aquí, el trabajo experimental se ha limitado grandemente a los insecticidas aplicados en medio líquido (pulverizaciones), en forma de solución, suspensión o emulsión. A lo largo de su historia, el departamento ha realizado un extenso trabajo sobre los diversos insecticidas derivados de plantas, particularmente pelitre, y el grupo venenoso de peces que incluye especies de *Derris* y *Lonchocarpus*. Estas investigaciones han abarcado desde estudios sobre el cultivo, cosecha y selección de buenas estirpes de pelitre hasta el aislamiento de los constituyentes tóxicos de especies *Derris* y *Lonchocarpus*. Se han examinado también métodos químicos de determinación cuantitativa y, recientemente, el departa-

mento ha tomado parte en un estudio, en colaboración, sobre métodos de determinación de pelitre. El peligro de que las abejas y otros insectos beneficiosos sean destruidos no se está descuidando y, por tanto, se está prestando atención a las causas de la aparición de plagas de insectos y a su prevención cuando es posible por métodos indirectos en lugar de utilizar insecticidas. Ha habido estrecha colaboración entre químicos y biólogos, y uno de los trabajos de estos últimos ha sido el establecimiento de un «zoo de insectos» para criar insectos expresamente con fines de prueba; esto no es materia fácil, pues los insectos requeridos han de ser utilizables durante la mayor parte del año y han de estar libres de parásitos y enfermedades. Los estudios de campo no han formado todavía parte importante de las actividades del departamento, pero se ha trabajado algo sobre el uso de nuevos insecticidas para el control de larvas de elatéridos y escarabajos. Se ha continuado el experimento empezado en 1947 para determinar los efectos residuales a largo plazo de los diversos tratamientos. Se están llevando a cabo experimentos en grande y pequeña escala sobre el control de áfidos de la judía en judías de campo, y un experimento reciente investigó el control de áfidos que llevan virus a las patatas.

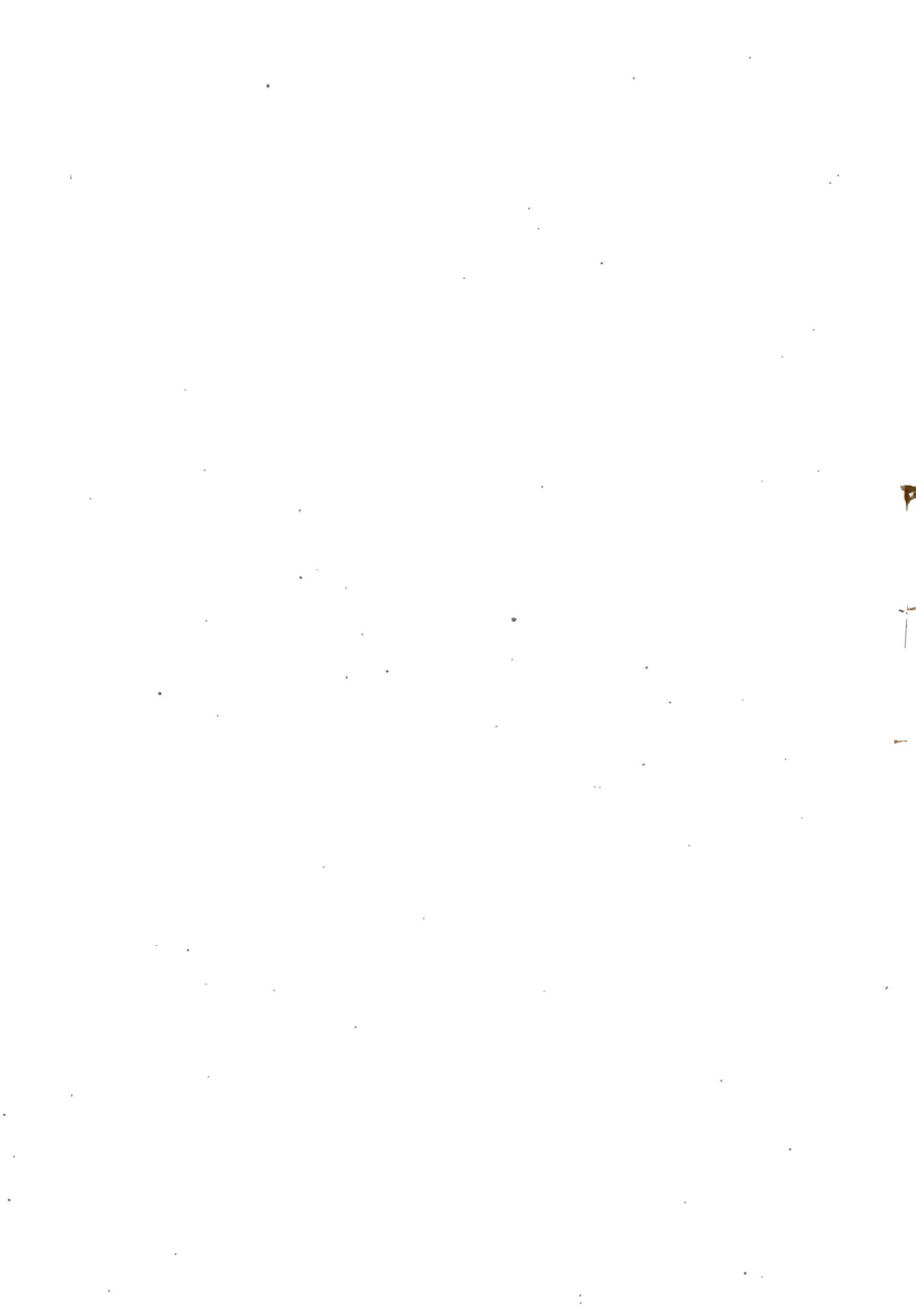
Se habrá visto a través del informe del trabajo de fisiología vegetal que yo he dado, que hay una estrechísima colaboración entre los distintos departamentos y de que aumenta el número de investigaciones conjuntas realizadas colaborando entre sí. Las aplicaciones del trabajo no se descuidan, y las investigaciones que se empiezan en el laboratorio se continúan en el campo. Se espera poder proporcionar, de este modo, ayuda a los granjeros para permitirles controlar en alguna extensión los daños causados por las enfermedades de las plantas y las plagas de insectos.

#### SUMMARY

About half the staff of Rothamsted are now engaged on crop health work. The Plant Pathology department is concerned mainly with the study of the nature, properties and control of plant viruses, and on air-borne and soil-borne fungus diseases. A number of viruses have been isolated as nucleo-proteins,



and studied by serological methods and by electron microscopy. The Biochemistry department is working on proteins in virus infected leaves, and also on the proteins in normal leaves. Work on the large-scale separation of leaf proteins is in progress and is operating satisfactorily on a pilot plant scale. The Nematology department studies eelworms infecting the stem, leaves and flowers and those infecting roots. The potato root eelworm is receiving special attention in an attempt to elucidate the factors controlling hatching of cysts which contaminate soil for many years. The work of the Entomology department is largely ecological, and studies concentrate on the causes of fluctuation in insect numbers and the causes of outbreaks of insect pests. Migration of insects, and methods of trapping insects form part of the programme, and work is also being done on earthworms, soil mites, wireworms and gall midges. The Bee department is concerned with bee diseases, and also the structure and behaviour in field and hive of normal bees, the activity of honey-bees as crop pollinators, and the breeding of improved strains of bees for honey production and pollination. The basic principles of mechanism of action of the newer insecticides such as D. D. T. and also derris, pyrethrum are being studied by the Insecticides department. Isolation and identification of toxic constituents and methods of bio-assay are pursued in order to use these substances more efficiently. The possibility of control of plant virus diseases by means of insecticides, and study of residual effects of insecticides applied to the soil form the main field activities of the department. There is close co-operation between the various departments, and between the laboratory and field experiments. Practical applications of laboratory studies are pursued through field trials of various sizes in the hope of enabling farmers to reduce the losses of crop caused by plant diseases and pests.



## NOTAS

### IX CONGRESO INTERNACIONAL DE GENETICA

Se proyecta celebrar este Congreso del 24 al 31 de agosto del corriente año en Bellagio (Lago de Como). La cuota de inscripción es de 6.000 liras para los congresistas y de 5.000 para los acompañantes. Las comunicaciones pueden ser escritas en alemán, español, francés, inglés e italiano, no debiendo exceder de 500 palabras los originales para publicar en las Actas del Congreso. Terminado éste, tendrán lugar dos viajes de interés científico y turístico con los siguientes itinerarios: Milán-Pavía-Bolonia-Florenxia-Roma-Nápoles, y Milán-Pavía-Turín y Parque Nacional del Gran Paraíso.

La correspondencia debe dirigirse al Secretario, Dr. Claudio Barigozzi. Istituto di Genetica dell'Università. Via Celoria, 10. Milano (Italia).

### PENSIONADO

En la Estación Experimental Agrícola de Groningen (Holanda), y en su Departamento de Microbiología del que es Director el Dr. F. C. Gerretsen, destacado científico holandés que en el pasado año dictó un cursillo sobre su especialidad en el INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA, se encuentra trabajando, pensionada por el C. S. I. C., la Srta. Genoveva Tejerina, Licenciada en Farmacia y Miembro de la Sección de Microbiología de Madrid, del Instituto citado.



## BIBLIOGRAFIA

H. D. HUGHES, M. E. HEATH, D. S. METCALFE: *Forages*. 1951.  
The Iowa State College Press Ames, Iowa, 724 págs.

Colaboran con Hughes, Heath y Metcalfe, cincuenta y dos especialistas en la confección de los 60 capítulos que integran «Forages». La reconocida solvencia de los autores, que en su mayoría son especialistas en problemas relacionados con los distintos aspectos que presenta el estudio de los forrajes, hacen de esta obra un libro muy completo y sumamente útil para los que se hallen interesados en este tipo de problemas. Conviene indicar que en gran parte de los capítulos dedicados al aspecto económico de los forrajes, los datos se refieren a producciones de los distintos estados de Norteamérica. No obstante, la mayoría de la obra es directamente aprovechada por los especialistas de otros países.

«Forages» está dividida en cuatro partes con un total de 60 capítulos. En la primera y a modo de introducción son tratados con detalle el papel de los forrajes en la agricultura: rotaciones, control de la erosión, fertilidad del suelo, valor nutritivo de los forrajes, etc. La segunda parte, la más amplia y detallada de todas, está dedicada al estudio monográfico de las distintas especies forrajeras, comprendiendo los más variados habitats, desde las típicamente pratenses hasta las especies que por sus características ecológicas especiales pueden ser aprovechadas como forrajeras en regiones de condiciones edáficas y climáticas extremas. En general, cada especie es estudiada con detalle, se hacen unas consideraciones de tipo histórico, se describen sus características morfológicas diferenciales, se estudian posibilidades de su mejora genética, resistencia a la sequía y frío, valor nutritivo, etc. En la tercera parte

están los capítulos dedicados al establecimiento de praderas, suelo, clima y elección de la cosecha más adecuada para aquellos factores, fertilización, henificación, control de malas hierbas, etc. Y la cuarta y última parte de «Forages» está consagrada a la utilización de los forrajes, lo que se entiende por calidad de un heno, deshidratación, ensilado, rotaciones, etc., etc.

Finaliza este libro con unas páginas dedicadas a un pequeño diccionario científico en el que se encuentra explicación de los términos técnicos necesarios para poder adentrarse en la sistemática de las plantas forrajeras, y en el estudio de los forrajes.

Las múltiples fotografías y gráficos que ilustran esta obra, editada admirablemente, constituyen el complemento para hacer de «Forages» un buen libro.—E. *Vieitez*.

## OTRAS REVISTAS DEL PATRONATO «ALONSO DE HERRERA»

*Anales de la Estación Experimental de «Aula Dei».*—Revista dedicada a la publicación de trabajos originales sobre investigación agrícola y problemas biológicos relacionados con la misma. Publicada por la Estación Experimental de «Aula Dei», Zaragoza.

Cada volumen, excepto vol. 1, contiene unas 300 páginas, distribuidas en cuatro números, que se publican a intervalos irregulares.

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

Publica trabajos y notas científicas que abarcan todos los campos de la Botánica. Precio del tomo anual, 100 pesetas.

*Collectánea Botánica.*—Publicación del Instituto Botánico de Barcelona.

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

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

Dedica una parte a reseñas bibliográficas y a la información.

Semestral. Ejemplar, 30 pesetas. Suscripción, 45 pesetas.

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

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

Trimestral. Ejemplar, 25 pesetas. Suscripción, 80 pesetas.

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

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

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

*Microbiología Española.*

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

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

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL



junio 1953

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL

Tomo XII. Núm. 6.