

ACCION DE DIVERSOS FACTORES SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE ELEMENTOS MINERALES EN SUELOS DE PRADOS PERMANENTES

I.- CARACTERISTICAS DE SITUACION, MANEJO Y CATEGORIAS TEXTURALES

Por A. Moro (1)
A. Calleja (1)
R. García (1)

INTRODUCCION

Dentro de la línea de investigación de este Departamento sobre prados permanentes de la Montaña de León, se ha realizado, en un trabajo previo ¹² un estudio del sistema suelo-planta en su conjunto, poniéndose de manifiesto la falta de correlación o la escasa coincidencia entre la absorción de los elementos por la planta y las cantidades de éstos obtenidas con una solución extractora.

En esta serie de trabajos se intenta profundizar en el conocimiento del soporte de la vegetación, particularmente en aquellos aspectos físico-químicos que más directamente están relacionados con la solubilidad de los elementos o sobre la capacidad del suelo para abastecer a la planta en nutrientes con vistas a potenciar su capacidad productiva, especialmente en lo relativo a la utilización de fertilizantes adecuados.

De cada prado se estudian ciertas características de situación como altitud y orientación, que tienen gran incidencia sobre las condiciones ambientales, así como el sistema de riego, la fertilización y la clase textural de los suelos, describiéndose las relaciones de estos factores sobre diversos parámetros, como pH, fracciones orgánico-minerales, y los niveles de elementos nutritivos.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se centra en el estudio de los prados permanentes de la Montaña de León. El muestreo se ha realizado, sobre un total de 100 localidades, elegidas de una forma aleatoria, entre el total de las ubicadas en esta zona. En cada campo se tomaron varias submuestras, completamente al azar, a una profundidad de 15 cm.

(1) Dpto. de Producción Animal.

Asimismo, se ha medido la altitud (m.), exposición ²² y se ha estudiado la irrigación y fertilización.

Las muestras fueron secadas al aire y tamizadas por malla de 2 mm. La fracción de tamaño superior, grava (Gr. %), es pesada y se determina su proporción con respecto al total de la muestra. En la fracción menor de 2 mm. se realizan las siguientes determinaciones:

- Análisis granulométrico ⁸, obteniendo las siguientes fracciones: arena gruesa (A.G. %), arena fina (A.f. %), limo grueso (L.G. %), limo fino (L.F. %) y arcilla (Arc. %); materia orgánica (M.O. %) ²⁵, nitrógeno total (N. %) ²⁰. El pH del suelo es medido sobre una suspensión de suelo con agua en la proporción de 1:2,5 ¹⁵ y carbonatos. (Car. %) ²⁵.

Para determinar el fósforo disponible del suelo (P_2O_5 asi., mg./100 g. de suelo), se utiliza la técnica de Olsen, descrita en M.A.F.F. ²⁰.

El potasio (K_2O asi., mg./100 de suelo) y el calcio (CaO asi., mg./100 g. de suelo), son extraídos del suelo mediante una solución de acetato amónico 1N, a un pH 7 ¹⁴.

El magnesio disponible (MgO asi., mg./100 g. de suelo), se extrae con una solución de nitrato amónico 1 M ²⁰.

Los contenidos totales de cobre, cinc, manganeso y hierro (en ppm.), fueron determinados previa digestión con una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico concentrados, disolviendo posteriormente con ácido clorhídrico 6M ²⁰.

Los contenidos disponibles de estos mismos micronutrientes (en ppm.), se extraen con una solución de ácido acético 0,5 N., acetato amónico 0,5 N. y EDTA 0,02 M, pH 4,65 ¹⁸.

Para la determinación de todos los elementos minerales, a excepción del fósforo que se realiza por fotocolorimetría, se utiliza un espectrofotómetro de absorción atómica.

Todos los análisis se han realizado por duplicado expresando los resultados en peso de muestra seca al aire.

A partir de los parámetros analizados se obtuvieron los siguientes nuevos datos:

- La relación C/N.
- La solubilidad relativa de los micronutrientes (S.R., %).

Los grupos de variación que se han considerado en este trabajo son: dos para el sistema de riego (regadío y secano), tres para la fertilización (orgánico, orgánico-mineral y no abonado), cinco grupos de altitud (< de 1.000 m.; de 1.000 m. a 1.100 m.; de 1.100 m. a 1.200 m.; de 1.200 m. a 1.300 m. y > de 1.300 m.), tres para la textura (arcillosa, franca y limosa), y cuatro grupos de exposición (1,5-2,2; 2,6-3,4; 3,9-4,3; 4,5-4,7) ²².

Para este estudio se ha realizado un análisis factorial de la varianza utilizando el paquete de programas LSML.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los suelos de esta zona se caracterizan por tener valores de pH comprendidos entre 4,6 y 7,8, siendo una gran mayoría moderadamente ácidos. La materia orgánica se presenta bastante elevada como corresponde a prados permanentes. En cuanto a las propiedades físicas son predominantemente suelos de textura arcillosa y franca.

Respecto a los elementos minerales estudiados, hay que resaltar que la interpretación de los resultados se realiza según los datos obtenidos por otros autores con la misma técnica de extracción utilizada por nosotros.

El 80% de las parcelas tienen un buen contenido en calcio (valores > 300 mg. CaO/100 g. de suelo) ²⁴.

Respecto al magnesio todos los suelos están por encima del valor recomendado (8,30 mg. de MgO/100 g.) ².

El 67% de los suelos presentan niveles medios o bajos en cuanto a su contenido en K (< 20 mg. K_2O /100 g.) ⁹.

Asimismo, para el fósforo se han detectado niveles deficientes en el 59% de los casos (< de 4,24 mg de P_2O_5 /100 g.) ²⁶.

De acuerdo con los datos obtenidos, la mayor parte de los suelos presentan niveles adecuados en cobre y en hierro, tanto en su valoración total (Cu total > 8 ppm) ^{3, 7, 10, 23}, como en la fracción asimilable (Cu asimilable > 1 ppm., Fe asimilable > 35 ppm.) ²⁸, por lo que podemos afirmar que las cantidades de ambos nutrientes en nuestros prados, son autosuficientes para abastecer las necesidades de las plantas asentadas en ellos.

El cinc y el manganeso, tanto total como extraído, superan el valor medio aceptado como más frecuente por la mayoría de los autores ^{3, 4, 17, 27, 29, 31}.

El 63% de las parcelas presentan entre 60 y 120 ppm. de cinc total; el 86% entre 400 y 1.600 ppm. de manganeso total. Respecto al cinc asimilable la máxima frecuencia, 87% de los prados, está entre 0,4 y 16 ppm.; el 73% de los suelos presentan valores de manganeso asimilable entre 100 y 400 ppm.

En la tabla 1 y 2 mostramos únicamente los valores de F significativos y su porcentaje de varianza explicada para cada una de las variables estudiadas.

1. *Irrigación.*- Se distingue una clara diferencia entre los prados irrigados y los de secano (tabla 3) en cuanto al contenido en arena fina, magnesio, cobre, manganeso y hierro solubles así como sus respectivas solubilidades relativas. En todos los casos las medias son estadísticamente superiores en regadío. Los prados de secano presentan medias significativamente más elevadas para la grava, arena gruesa y relación C/N.

Podemos observar que las parcelas de regadío tienen un contenido superior en nitrógeno y un grado más aceptable de humidificación de la materia orgánica. Este hecho puede ser debido, posiblemente, a una mayor utilización del estiércol en estos suelos, son prados de fondo de valle y por lo tanto de fácil acceso, así como al propio riego que suprime los periodos de sequía en verano coordinándose de una manera adecuada temperatura y humedad, los dos factores más importantes de los que depende la mineralización de la materia orgánica.

El manganeso soluble en los prados de regadío es un tercio superior a las no irrigados, y la media de la solubilidad relativa es de 35,69% para el primer grupo de parcelas y de 24,94% para el segundo. Estas diferencias observadas se confirman en el estudio estadístico. (Tabla 1).

La disponibilidad de este elemento está fuertemente afectada por reacciones de óxido-reducción, las cuales dependen en gran medida de las condiciones de humedad del suelo. Así, Graven y col. ¹³, encuentran que el encharcamiento de los prados al disminuir la aireación disponible, aumenta 10 veces el contenido de Mn en las plantas. De igual forma Sullivan ³⁰, indica que los suelos poco aireados de regiones húmedas son generalmente deficientes en razón de la mayor pérdida de las formas solubles por lavado. Mulder y col. ²¹, observaron que la inundación corregía temporalmente las condiciones de deficiencia de manganeso. Cheng y col. ⁶ indican que cuando la temperatura del suelo es alta, un periodo de inundación puede producir de 2 a 12 veces más manganeso de cambio.

2. *Fertilización.*- En la tabla 2 se aprecia que únicamente el cinc total presenta una F significativa con este factor de variación.

Las medias de este elemento son menores y significativas en el grupo de suelo que ha recibido aporte de estiércol y abono mineral. (Tabla 4).

3. *Exposición.*— La exposición de un prado provoca grandes diferencias en la insolación, pudiendo dar lugar a variaciones microclimáticas ya que la temperatura del aire y del suelo, la humedad atmosférica y la evapotranspiración, están íntimamente relacionadas con la radiación solar.

Encontramos que la influencia de la exposición solamente es apreciable para el cobre, tanto total como asimilable. En ambos casos los valores máximos se obtienen en parcelas con valores de 3,9 a 4,3 (Tabla 5).

4. *Altitud.*— Las variables con F significativas con la altitud están reflejadas en la tabla 1.

Las medias para materia orgánica y relación C/N son mayores en suelos situados a altitudes inferiores a 1.000 m. y superiores a 1.300 m. (Tabla 6). Estos valores de relación C/N y materia orgánica altos nos indican una mineralización deficiente. La explicación puede ser diferente en una y otra altitud aunque, en ambos casos, creemos que está relacionada preferentemente con las condiciones climáticas. En los prados situados a altitudes superiores a 1.300 m. serían las bajas temperaturas las causantes de un freno en la actividad biológica y de una descomposición de la materia orgánica fresca más lenta. En el caso de las parcelas situadas por debajo de los 1.000 m. hay que apuntar que algunas de ellas, al ser de fácil acceso por encontrarse en fondos de valles, reciben un aporte excesivo de estiércol por parte del propietario, a lo que se une generalmente una menor pluviosidad en estas zonas.

Los suelos estudiados presentan una mayor acidez en las zonas más elevadas, posiblemente como respuesta a un lavado y lixiviación más intenso^{1, 11, 16, 19}.

En esta misma tabla se pueden observar cómo las medias de limo fino y hierro total presentan una tendencia a aumentar con la altitud, en ambos casos las parcelas situadas entre 1.200 y 1.300 m. rompen este gradiente.

La media de la solubilidad relativa del cinc es muy superior en prados situados a altitudes inferiores a 1.000 m. Estos datos son significativamente diferentes a los obtenidos en los restantes grupos.

5. *Categorías texturales.*— De todos los factores de variación estudiados son las categorías texturales las que presentan más relaciones sobre las variables.

A la vista de la tabla 7 y referente a las fracciones orgánicas, solamente aparecen diferencias significativas entre las categorías texturales arcillosa y franca. Los suelos arcillosos tienen los valores de materia orgánica y de nitrógeno más altos, asimismo, la relación C/N es adecuada. Este grupo de suelos presentan el pH menos ácido (Ph = 6,31).

Los suelos limosos tienen los contenidos significativamente más bajos todos los macroelementos. Asimismo se observa que la media más elevada para el calcio y el magnesio corresponde a la categoría arcillosa, mientras que para el fósforo y potasio corresponde a la categoría franca.

En las parcelas de textura arcillosa los niveles de hierro y cinc totales, son superiores y estadísticamente diferentes, que en los de textura franca.

El manganeso asimilable tiene valores superiores en los prados de categoría arcillosa aunque únicamente con diferencias significativas con los suelos limosos.

RESUMEN

Se ha llevado a cabo un estudio de 100 suelos de la zona norte de la Montaña de

León, con el objeto de llegar a un conocimiento de la fertilidad de los mismos. Se ha analizado: fracciones granulométricas, pH, carbonatos, materia orgánica, nitrógeno total, P-Olsen, K y Ca solubles en acetato amónico, Mg soluble en nitrato amónico, Cu, Zn, Mn y Fe totales y solubles en AAA-EDTA.

Han sido estudiados los efectos de la irrigación, fertilización, exposición, altitud y textura sobre las características fisicoquímicas de los suelos, encontrándose que de los cinco factores de variación, son la irrigación y las categorías texturales los que presentan una mayor relación.

Las parcelas regadas tienen valores superiores de Mg, Cu, Mn y Fe solubles, siendo la relación D/N más aceptable.

Los suelos arcillosos presentan contenidos más elevados para la fracción orgánica, pH, Ca, Mg, Mn asimilables, así como para Fe y Zn totales. Los suelos limosos son los más pobres en macronutrientes.

ACTION OF DIFFERENTS FACTORS ON THE AVAILABILITY OF MINERALS ELEMENTS ON SOILS OF PERMANENT PASTURES I. SITUATION, MANAGEMENT AND TEXTURE CATEGORY

SUMMARY

A study on 100 permanent pasture soils has been carried out in the North of Montaña de León in order to get the best knowledge about the fertility of them. It was analyzed: the particle size distribution, pH, carbonates, organic carbon, total nitrogen, P-Olsen, K and Ca solubles on amonic acetate, Mg soluble on amonium nitrate and Cu, Zn, Mn, and Fe soluble on AAA-EDTA.

At the same time was studied the effect of the irrigation, fertilisation, exposition, altitude, particle size on the composition of soils. It was finded that the above factors of variation, only the irrigation and particle size are the most important.

The meadows irrigated show higher contents on soluble Mg, Ca, Mn and Fe been the relation C/N better.

The clay soils has higher content on organic carbon, pH, Ca, Mg, and Mn available and totals Fe and Zn.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Prof. Dr. J.A. Carriedo la colaboración prestada en el tratamiento informático y estadístico.

Este trabajo ha sido realizado dentro del acuerdo entre la antigua cátedra de Agricultura y la Excma. Diputación Provincial de León.

TABLA I
Análisis de varianza de los factores de irrigación, categorías texturales y altitud sobre las variables estudiadas.

Variables	Factores de variación					
	Irrigación		Cat. texturales		Altitud	
	F y sig.	%var.	F y sig. (1)	%var. (2)	F y sig.	%var.
M.O.....			5,9 **	13,3	2,6 *	7,2
N.....			9,5 ***	20,4		
C/N.....	17,3 ***	26,2	3,7 *	7,9	2,5 *	6,7
pH.....			6,9 **	15,3	4,1 **	13,0
Carb.....						
Gr.....	7,6 **	13,2				
A. G.....	8,2 **	14,1	19,5 ***	34,5		
A. F.....	5,5 *	9,5	30,2 ***	43,8		
L. G.....			12,4 ***	25,2		
L. F.....			24,4 ***	39,3	2,6 *	7,1
Arc.....			80,6 ***	62,6		
P ₂ O ₅ asi..			3,4 *	7,1		
K ₂ O asi..			3,6 *	7,7		
CaO asi..			10,3 ***	21,7		
MgO asi..	4,5 *	7,5	4,0 *	8,5		
Cu T.....						
Cu asi... S.R. Cu..	4,1 *	6,8				
	15,0 ***	23,7				
Zn T.....			9,2 ***	19,9		
Zn asi... S.R. Z...					3,3 *	9,8
Mn T.....						
Mn asi... S.R. Mn..	4,7 *	7,9	5,8 **	12,9		
	11,8 ***	19,6				
Fe T.....						
Fe asi... S.R. F...	4,8 *	8,2	11,2 ***	23,3	3,6 **	11,2
	6,7 *	11,6	3,8 *	8,1		

(1).- Valor de F de Snedecor y nivel de significación. * ≤ 0,05, ** ≤ 0,01, *** ≤ 0,001.
(2).- % de varianza explicada.
Grados de libertad = 87

TABLA II
Análisis de varianza de los factores fertilización y exposición sobre las variables estudiadas.

Variables	Fuentes de variación			
	Fertilización		Exposición	
	F y sig. (1)	%var. (2)	F y sig.	%var.
Cu T.....			2,7 *	6,5
Cu asi.....			3,9 **	10,3
Zn T.....	3,3 *	7,0		

(1).- Valor de F de Snedecor y nivel de significación.
* ≤ 0,05, ** ≤ 0,01, *** ≤ 0,001.
(2).- % de varianza explicada.
Grados de libertad = 87

TABLA III
Contraste de medias para los grupos de irrigación.

Variables	Regadío	Secano
C/N.....	11,65 a	12,80 b
Gr.....	5,22 a	11,62 b
A. G.....	11,21 a	15,80 b
A. F.....	22,97 a	18,63 b
MgO asi.....	35,79 a	26,20 b
Cu asi.....	6,83 a	4,71 b
S.R. Cu.....	22,83 a	16,61 b
Mn asi.....	301,77 a	202,28 b
S.R. Mn.....	35,69 a	24,94 b
Fe asi.....	407,86 a	327,00 b
S.R. Fe.....	1,49 a	1,07 b
Número de observ....	52	48

Las medias que tienen distinta letra, presentan diferencias significativas.

TABLA IV
Contraste de medias para los grupos de fertilización.

Variables	Grupos para la fertilización		
	Orgánico	Orgánico-mineral	No abonado
Zn T.....	107,74 a	88,62 b	92,46 ab
Nº de observ..	41	20	39

Las medias que tienen las mismas letras, no presentan diferencias significativas.

TABLA V
Contraste de medias para los grupos de exposición

Variables	Grupos de exposición			
	1,5-2,2	2,6-3,4	3,9-4,3	4,5-4,7
Cu T.....	25,71 ab	25,34 ab	32,91 a	22,60 b
Cu asi.....	4,99 ab	4,70 ab	9,56 a	3,83 b
Nº de observ...	41	30	10	19

Las medias que tienen las mismas letras, no presentan diferencias significativas.

TABLA VI
Contraste de medias para los grupos de altitud

Variables	Grupos de altitud				
	<1000 m	<1100 m	<1200 m	<1300 m	>1300 m
M.O.....	10,93 ab	8,44 a	9,74 ab	9,46 ab	11,42 b
C/N.....	12,76 ab	11,76 a	12,08 ab	11,77 ab	12,77 b
pH.....	6,14 ab	6,27 a	6,02 ab	6,16 a	5,47 b
L.F.....	25,74 ab	26,10 a	28,92 ab	26,35 a	34,50 b
S.R. Zn.....	13,53 a	7,90 b	8,11 b	7,47 b	5,91 b
Fe T.....	2,66 a	2,91 a	3,41 ab	3,10 ab	3,73 b
Nº de observ.	9	32	28	20	11

Las medias que tienen las mismas letras, no presentan diferencias significativas.

TABLA VII
Contraste de medias para los grupos de categorías texturales.

Variables	Categorías texturales		
	Arcillosa	Franca	Limosa
M.O.....	11,33 a	9,17 b	9,49 ab
N.....	0,54 a	0,42 b	0,46 ab
C/N.....	12,00 a	12,69 b	11,98 ab
pH.....	6,31 a	6,12 a	5,60 b
A. G.....	10,91 a	19,85 b	9,75 a
A. F.....	15,60 a	28,95 b	17,85 a
L. G.....	8,67 a	9,90 a	17,31 b
L. F.....	26,08 a	19,55 b	39,35 c
Arc.....	38,79 a	21,76 b	17,75 c
P ₂ O ₅ asi.....	4,04 ab	5,95 a	3,00 b
K ₂ O asi.....	19,80 a	21,82 a	8,09 b
CaO asi.....	569,20 a	396,02 b	310,14 b
MgO asi.....	39,12 a	33,29 ab	20,57 b
Zn T.....	107,29 a	78,73 b	102,80 ab
Mn asi.....	353,96 a	242,39 ab	159,74 b
Fe T.....	3,56 a	2,75 b	3,17 ab
S.R Fe.....	1,10 a	1,52 b	1,22 ab

Las medias que tienen las mismas letras, no presentan diferencias significativas.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ABELLA, A. (1983). Ecología del pastoreo en la Montaña Cantábrica. II. Caracterización edáfica de los valles de Pajares y Valgrande, Asturias. *Bol. Cien. Nat. I.D.E.A.*, 31: 135-151.
- 2) ALLOWAY, B.J. (1976). Field studies on the magnesium copper and zinc nutrition of maize. *J. Agric. Sci.*, 86(1): 93-101.
- 3) AUBERT, H. and PINTA, M. (1977). *Trace elements in soils*. Ed. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTROM), Paris.
- 4) BEHAEGHE, T. and COTTENIE, A. (1976). Aspects botaniques et analytiques de l'évolution à longue échéance de l'état nutritif du sol. *Ann. Agron.*, 27(5-6): 819-836.
- 5) BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. (1977). Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed. Montaner y Simón, S.A. Barcelona.
- 6) CHENG, B.T., OULLETTE, G.J. and BOUGET, S.R. (1972). Interaction of temperature and moisture on iron and manganese availability in soils. *Naturaliste Can.*, 99: 515-521.
- 7) DEJOU, J., MONTARD, F.X., LAMAND, M. and BELLANGER, J. (1980). Déficiences en cuivre et en zinc observées en zones volcaniques de l'Anvergne: possibilités d'amélioration de la qualité des foin par apport au sol de ces deux oligo-éléments. *Fourrages*, 84: 69-83.
- 8) DUCHAUFOR, P. (1975). *Manual de Edafología*. Ed. Toray-Masson, Barcelona.
- 9) DUQUE, F. (1971). Estudio químico de suelos y especies pratenses y pasícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca. *Tesis de Ciencias*, 1969-70. Acta Samanticensis. Ciencias, 37.
- 10) DUVAL, L. & MAURICE, J. (1971). Le diagnostic des carences en oligoéléments au moyen de l'analyse chimique des sols. *Ann. Agron.*, 21(5): 573-586.
- 11) FALIÚ, L. (1971). La protección des pâturages en montagne. *Revue Med. Vet.*, 122: 653-659.
- 12) GARCIA, R., MORO, A., CALLEJA, A. y SUAREZ, A. (1984). Estudio de las relaciones entre elementos minerales en el suelo y la planta. *An. Fac. Vet. León*, 30: 169-177.
- 13) GRAVEN, E.H., ATTOE, O.J. and SMITH, D. (1965). Effect of liming and flooding on manganese toxicity in alfalfa. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29: 702-706.
- 14) GRUPO DE TRABAJO DE NORMALIZACION DE METODOS ANALITICOS (1976). Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. II. Potasio, calcio y magnesio. *An. Edaf. Agrob.*, 35(7-8): 813-824.
- 15) GUITIÁN, F. y CARBALLAS, T. (1976). *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro, Santiago de Compostela.
- 16) HANAWALT, R.B. and WHITAKER, R.H. (1977). Altitudinal patterns of Na, K, Ca, and Mg in soils and plants in the San Jacinto Mountains, California. *Soil Sci.*, 123: 25-36.
- 17) KRAUSKOPP, K.B. (1983). Geoquímica de los micronutrientes. En Mortvedt, J.J., Giordano, P.M. y Lindsay, W.L.: *Micronutrientes en agricultura*. A.G.T. Editor S.A., pp. 7-43.
- 18) LAKANEN, E. and ERVIO, R. (1971). A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agric. Fennica*, 123: 222-232.
- 19) LUZZATI, A. e CAMPANELLO, N.S. (1973-1974). Rilevamenti analitici sui terreni e sui fieni della Valle di Vini (Valle di Lanzo, provincia di Torino). *Annali dell'Accademia di Agricoltura di Torino*, 116: 1-26.
- 20) MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. (1981). *Técnicas de análisis de suelos, vegetales y piensos*. Ed. Academia, S.L., León (España).
- 21) MULDER, E.G., GERRETSEN, F.C. (1952). Soil manganese in relation to plant growth. *Advan. Agron.*, 4: 221-277.
- 22) OZENDA, O. (1955). La température facteur de répartition de la végétation en montagne. *Ann. Biol.*, 31(5-6): 51-68.
- 23) PERIGAUD, S. (1971). Liaisons carentielles entre sols, végétaux et animaux. *Ann. Edaf. Agrob.*, 31: 51-68.
- 24) PRAT, L. (1972). Fertilidad de los suelos de cultivo de la comarca de la Sierra de Francia (Salamanca). *An. Edaf. Agrob.*, 31(7-8): 635-649.
- 25) PRIMO, E. y CARRASCO, J.M. (1973). *Química Agrícola. I. Suelos y fertilizantes*. Ed. Alhambra, Madrid.
- 26) SAENZ, A. (1975). *Formulario técnico de suelos tropicales*. Ed. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. N.º 241.
- 27) SILLANPA, M. (1972). *Los oligoelementos en los suelos y en la agricultura*. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- 28) SILLANPA, M. (1982). *Micronutrientes and the nutrient status of soils: a global study*. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- 29) SIPPOLA, J. and TARES, T. (1978). The soluble content of mineral elements in cultivated Finnish soils. *Acta Agric. Scand.*, 20: 11-25.
- 30) SULLIVAN, L.J. (1972). Les problèmes de l'augmentation de la concentration des engrais. Oligo-éléments. *Phosphore et Agriculture*, 60: 1-15.
- 31) TARES, T. and SIPPOLA, J. (1978). Changes in pH, in electrical conductivity and in the extractable amounts of mineral elements in soil, and the utilization and losses of the elements in some field experiments. *Acta Agric. Scand.*, 20: 90-113.

ACCION DE DIVERSOS FACTORES SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE ELEMENTOS MINERALES EN SUELOS DE PRADOS PERMANENTES II. PH, MATERIA ORGANICA, FRACCIONES TEXTURALES Y RELACION C/N

Por A. Moro (1)
A. Calleja (1)
R. García (1)

INTRODUCCION

Numerosos factores del suelo, tales como, material original, textura, materia orgánica, pH y condiciones de humedad, ha sido demostrado que afectan a la solubilidad de los elementos minerales^{2, 4, 22}. Todos estos factores tienen algunas relaciones de dependencia entre sí, siendo difícil interpretarlas por separado. Es decir, no siempre se puede diferenciar entre los factores que afectan directamente sobre la solubilidad o de aquellos cuyas relaciones son debidas a su propia asociación.

Dentro de esta línea de investigación, se intenta profundizar en el conocimiento de las relaciones de los distintos factores generales de suelo sobre el contenido y disponibilidad de los nutrientes y en consecuencia sobre su absorción por las plantas.

Se trata, pues, de estudiar las variaciones existentes entre características edáficas, como fracciones orgánica, mineral y pH, con el contenido de nutrientes del suelo, lo que nos permite un más amplio conocimiento de la fertilidad.

MATERIAL Y METODOS

En un trabajo anterior se ha expuesto todo lo referente al muestreo y técnicas de análisis de laboratorio, así como a las abreviaturas y unidades utilizadas¹⁴.

Los grupos de variación que se han considerado son: dos para grava (< 5% y > 5%); tres para la arena gruesa (< 10%, de 10% a 20% y > 20%); y pH (4,5-6,0; 6,1-6,5; 6,6-7,8); y cuatro para la arcilla (< 20%, 20%-30%, 31%-40% y > 40%), materia orgánica (< 6%, 6%-9%, 9,1%-12% y > 12%) y relación C/N (< 11, 11-11,9; 12-13 y > 13).

(1) Dpto. de Producción Animal

An. Fac. Vet. León, 1986, 32, 217-226