

# ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE ELEMENTOS MINERALES EN EL SUELO Y LA PLANTA

Por R. García  
A. Moro  
A. Calleja  
A. Suárez

## INTRODUCCION

Es bien conocida la importancia que los elementos nutritivos del suelo tienen para el adecuado desarrollo de la vegetación que sobre él se apoya. Las plantas toman del suelo los elementos minerales necesarios para realizar sus funciones vitales, de aquí que unos contenidos bajos de éstos en aquél, se puedan traducir por una marcada deficiencia de los mismos en los vegetales.

La deficiencia de un determinado elemento mineral en la vegetación no implica, necesariamente, la ausencia del mismo en el suelo; existen diversos factores edáficos que alteran de una manera notable la absorción de los nutrientes por las plantas, incluso la propia fertilización y abonado encaminados a asegurar la nutrición mineral y orgánica de las plantas, provocará modificaciones en el pH, textura, estructura, etcétera, que a su vez van a influir en la absorción de nutrientes, tanto de los ya existentes como de los añadidos. De esta forma, aunque por medio de una extracción del suelo se demuestre que un elemento se encuentra en cantidades suficientes para abastecer a la planta, no hay que olvidar que la absorción de los elementos nutritivos por los vegetales obedece a las leyes de la bioquímica y fisiología vegetal, mientras que el proceso de extracción obedece a las leyes de la química (8).

En este trabajo se pretende conocer las posibles correlaciones entre una serie de elementos minerales del suelo, y los mismos en henos y grupos de gramíneas y leguminosas de prados permanentes, haciendo una separación de estos últimos de acuerdo con su irrigación y si recibían abonado orgánico o no.

## MATERIAL Y METODOS

El muestreo fue llevado a cabo sobre 40 prados permanentes agrupados de la siguiente forma: 10 prados de regadío, 10 de secano, 10 abonados con estiércol, y los 10 restantes no recibían ningún tipo de abonado.

Las muestras de suelo fueron tomadas con una sonda apropiada y a una profundidad máxima de 20 cm. Una vez secas y tamizadas por luz de malla de 2 mm se

*In: Fac. Let. León, 1981, 30, 169-177.*

procedió a las siguientes determinaciones: pH en agua (5); calcio y potasio asimilable extracción con acetato amónico (7) a pH 7 y valoración por espectrofotometría de absorción atómica y de emisión respectivamente; fósforo por colorimetría por el método Olsen (6); y cinc, cobre, hierro y manganeso por extracción con acetato amónico 0,05 M y EDTA 0,02 M a pH 4,65, utilizando para su valoración un espectrofotómetro de absorción atómica (4).

Las muestras de origen vegetal fueron lavadas, secadas y molidas hasta pasar por luz de malla de 1 mm. El ataque de las muestras fue llevada a cabo por vía húmeda (2) y las determinaciones se realizaron en un espectrofotómetro de absorción atómica (calcio, cobre, cinc, hierro y manganeso), espectrofotómetro de emisión (potasio). El fósforo se determinó por colorimetría usando el amarillo de nitromolibdovanadato (3).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se exponen los valores medios de todas las variables estudiadas, así como su varianza, en los cuatro tipos de prados muestreados.

**TABLA I**  
**Características de las variables**

Variable (n.º de identificación)	Regadío		Secano		Orgánico		Nada	
	Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza
(1) pH en agua	6,23	0,46	5,81	1,48	5,94	0,38	6,10	1,53
(2) Cu asimilable ppm	4,71	2,08	3,06	1,60	3,64	1,90	4,13	2,12
(3) Zn asimilable ppm	11,14	24,68	4,25	1,92	5,34	6,45	10,05	24,16
(4) Mn asimilable ppm	284,01	193,28	280,34	220,99	222,60	114,62	341,75	256,84
(5) Fe asimilable ppm	276,56	109,95	262,33	259,03	296,88	250,88	242,02	121,80
(6) K asimilable mg/100g	11,74	11,38	15,33	5,60	11,50	5,51	15,56	11,34
(7) Ca asimilable mg/100g	335,44	198,00	244,25	151,70	231,00	109,43	348,69	217,89
(8) P asimilable ppm	28,09	27,38	23,99	9,50	22,58	8,10	29,51	27,54
(9) Ca henos %	0,76	0,26	0,68	0,19	0,71	0,29	0,73	0,15
(10) P henos %	0,20	0,07	0,21	0,06	0,20	0,07	0,20	0,06
(11) K henos %	2,40	0,68	1,91	0,39	1,95	0,39	2,36	0,71
(12) Cu henos ppm	5,72	1,25	6,75	5,36	6,79	5,37	5,68	1,18
(13) Zn henos ppm	26,82	7,38	26,63	5,81	25,82	5,92	27,63	7,19
(14) Mn henos ppm	87,60	50,82	115,19	58,67	100,01	55,31	102,78	57,81
(15) Fe henos ppm	52,31	23,71	57,25	60,48	44,69	15,99	64,88	61,42
(16) Ca gamíneas %	0,43	0,08	0,42	0,09	0,40	0,09	0,44	0,06
(17) P gamíneas %	0,17	0,06	0,19	0,05	0,20	0,07	0,17	0,04
(18) K gamíneas %	2,21	0,56	2,02	0,51	2,10	0,45	2,13	0,62
(19) Cu gamíneas ppm	4,60	1,25	4,21	0,88	4,15	1,02	4,66	1,11
(20) Zn gamíneas ppm	33,25	5,58	31,90	5,75	32,38	6,67	32,78	4,53
(21) Mn gamíneas ppm	100,06	39,40	127,31	58,53	109,19	52,44	119,19	50,39
(22) Fe gamíneas ppm	50,25	11,62	63,13	39,63	49,13	11,16	64,25	39,37
(23) Ca leguminosas %	1,31	0,05	1,27	0,28	1,26	0,22	1,33	0,30
(24) P leguminosas %	0,21	0,05	0,23	0,06	0,22	0,05	0,23	0,06
(25) K leguminosas %	2,23	2,31	2,12	0,30	2,21	0,43	2,13	0,54
(26) Cu leguminosas ppm	7,76	2,31	7,25	2,00	7,37	1,70	7,63	2,54
(27) Zn leguminosas ppm	38,41	25,96	36,10	11,86	39,89	23,89	34,61	15,24
(28) Mn leguminosas ppm	56,65	19,50	64,87	33,19	61,08	27,98	60,44	27,07
(29) Fe leguminosas ppm	97,70	41,78	96,22	31,93	92,63	34,78	101,29	38,28

Referente al pH se aprecia que los prados de regadío y sin abonar, son ligeramente más básicos que los no irrigados y abonados con estiércol. Si bien pueden existir discrepancias entre los valores hallados y los que normalmente se encuentran en la bibliografía (1), hemos podido observar que los prados con menor manejo presentan unos valores extremos, tanto en pH como composición mineral, basta con observar la varianza de cada una de las variables estudiadas.

Al comparar la composición mineral de los suelos y las plantas de los prados de regadío frente a los de secano, y los que recibieron abonado orgánico frente a los que no lo recibieron, se aprecia, en el primer caso, que los contenidos minerales de los prados irrigados son superiores a excepción del potasio asimilable del suelo; el cobre, manganeso y hierro de los henos; manganeso y hierro de las gramíneas y manganeso de las leguminosas.

Por otro lado, los prados no abonados presentan unos valores superiores a los estercolados a excepción del hierro asimilable del suelo; cobre de los henos; fósforo de las gramíneas y potasio, cinc y manganeso de las leguminosas.

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se reflejan las matrices de correlación entre todas las variables estudiadas en cada uno de los tipos de prados muestreados, así como el nivel de significación del coeficiente hallado: 10% (+), 5% (++) y 1% (+++). De todos ellos únicamente comentaremos los que relacionan suelo-suelo y suelo-planta, sin entrar en detalle de los hallados entre planta-planta.

Referente al pH con el suelo, únicamente los prados de regadío (tabla 2) y con abono (tabla 4) son los que presentan alguna correlación. En el primer caso se aprecia entre el pH con el cinc, manganeso, potasio, calcio y fósforo. En el segundo caso la correlación es significativa con el calcio y el hierro, ésta de signo negativo, debido sin duda a que en suelos básicos, el hierro tiende a convertirse en trivalente, que es mucho menos soluble (8).

Entre el pH y los elementos minerales de los vegetales analizados, observamos una correlación positiva con el calcio de las leguminosas en los prados de regadío. En los otros tres grupos de prados, la correlación es de signo negativo entre este parámetro y el manganeso de las gramíneas, debido a que este catión en suelos ligeramente básicos tiene una gran tendencia a quelatizarse y hacerse insoluble (1).

Al relacionar los valores de los elementos minerales del suelo entre sí, se ha podido observar que el manganeso es el único catión que no presenta ninguna correlación con los demás, es decir, su mayor o menor contenido en el suelo no parece estar influenciada por ninguno de los cationes estudiados en este trabajo. Los prados que presentan un mayor número de correlaciones entre los elementos asimilables del suelo son los irrigados y los no estercolados.

Con respecto al estudio que se hace comparando el contenido de elementos extraídos del suelo, con los hallados en los vegetales, se pueden observar una serie de características del comportamiento de los cationes estudiados.

El cobre asimilable del suelo parece influir únicamente con los contenidos de este elemento en los henos de prados irrigados; estando estrechamente relacionado con el potasio de los vegetales, siendo esta correlación máxima en aquellos prados donde el agua no es factor limitante.

**TABLA 2**  
**Matriz de correlaciones de las variables en prados de regadío**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1																															
2																															
3	+	++																													
4	++																														
5	+++	+++	+++																												
6	++	+++	+++	+++	+++																										
7	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++																								
8	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++																						
9																															
10		++																													
11		+		+	+	+	++																								
12		++		---				++																							
13				---					++			+++																			
14													++																		
15													++	++																	
16									++																						
17										++																					
18		+++	+++		+	+	+	++				++				++															
19																															
20																															
21																															
22									++				++																		
23		++		++									++																		
24																															
25		+++			++	++	++	+		++	+++																				
26																															
27																															
28														++																	
29											++																				

+ Significativo positivamente.  
 - Significativo negativamente.

NOTA: Para la identificación de las variables ver tabla 1.

TABLA 3

Matriz de correlaciones de las variables en prados de secano

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1																															
2																															
3		+																													
4																															
5			+																												
6			+																												
7			+++	++																											
8																															
9																															
10								+																							
11						++																									
12					+++																										
13							+																								
14							--					++																			
15				+++								++																			
16							++					+																			
17					--	--						--																			
18											+++																				
19					--							+							+												
20									++			--	+																		
21							---	++					+++																		
22																															
23																															
24					--	--																									
25																															
26							+																								
27																															
28			++	++	--																										
29																															

+ Significativo positivamente.  
 - Significativo negativamente.

NOTA: Para la identificación de las variables ver tabla 1.

TABLA 4

Matriz de correlaciones de las variables en prados con abonado orgánico

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1																														
2																														
3			+																											
4																														
5																														
6						+																								
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														

+ Significativo positivamente.

- Significativo negativamente.

NOTA: Para la identificación de las variables ver tabla 1.

**TABLA 5**  
**Matriz de correlaciones de las variables en prados sin abonar**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1																														
2																														
3		+++																												
4																														
5			++																											
6			+++	++																										
7			+++	+++	++																									
8			+++	+++	++	+++																								
9			+++	+++	++	+++	+++																							
10																														
11									++																					
12																														
13																														
14																														
15				++																										
16																														
17									++																					
18								++		+																				
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														

+ Significativo positivamente.  
 - Significativo negativamente.

NOTA: Para la identificación de las variables ver tabla 1.

Los contenidos en cinc, cobre y manganeso de las plantas estudiadas, no están relacionadas con los hallados en el suelo; si bien se observa entre ellos un claro antagonismo, debido a que la absorción de cada uno es frenada por los otros dos (1).

Referente al potasio, y al contrario de algún autor (1), es el catión que presenta una mayor correlación entre el contenido en el suelo y la planta. Este hecho puede ser debido a que, si bien hemos separado los prados de acuerdo con su irrigación, la totalidad de ellos estaban ubicados en zonas montañosas, donde la pluviometría ronda los 1.000 mm anuales, pudiendo ser considerados húmedos, y por tal motivo liberar más cantidad de potasio que los normales, que es aprovechado por las plantas debido al *consumo de lujo* que presenta este catión.

La correlación calcio suelo-planta se presenta únicamente en prados de secano, con abono orgánico y para el grupo de gramíneas. Está estrechamente relacionado con el potasio de los vegetales, debido a que es un catión que aumenta la transpiración, razón por la que la presencia de potasio, que limita estos fenómenos contrarios, será siempre beneficiosa para que la planta no sufra marchitamiento.

El contenido en calcio del suelo presenta una correlación negativa con el manganeso, a causa de que el encalado insolubiliza a este elemento para su absorción por las plantas (1).

El fósforo de los vegetales está influenciado por el edáfico únicamente en los prados de secano y sin estercolar. A excepción de los prados abonados, en el resto existe una relación entre el fósforo asimilable del suelo y el potasio de las plantas analizadas.

## RESUMEN

Se estudian las correlaciones existentes entre los elementos asimilables del suelo y la composición mineral de henos, gramíneas y leguminosas de 40 prados permanentes agrupados de acuerdo con la irrigación y abonado.

## STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MINERALS ELEMENTS ON SOIL AND PLANT

### SUMMARY

It was studied the correlations between exchangeable elements of soils and the mineral composition of hays, grasses and legumes on 40 permanent meadows according to irrigation and manure.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) BAUYENS, J. (1970).—*Nutrición de las plantas de cultivo*. Edit. Lemos (Madrid), 631.
- 2) CALLEJA, A. (1978).—La mineralización de muestras vegetales para el análisis de minerales por espectrofotometría y colorimetría. *An. Fac. Vet. León*, **24**, 175-177.
- 3) DUQUE MACÍAS, F. (1971).—Determinación conjunta de fósforo, potasio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas. *Anal. Edaf. y Agrobiología*, **XXX (3-4)**, 207-229.
- 4) LAKANEN, E., y ERVIO, R. (1971).—A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.*, **123**, 223-232.
- 5) MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (1981).—*Técnicas de análisis de suelos, vegetales y piensos*. Edit. Academia (León), 221.
- 6) OLSEN, S. R.; COLE, C. V.; WATANABE, F. S., y LEAN, L. A. (1954).—Estimation of available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. *U.S. Dept. Agr. Circ.*, 939-987.
- 7) PRAT PERET, L., y FORTEZA BONIN, J. (1977).—Fertilidad de los suelos de cultivo de la comarca de Sayago (Zamora). *Anal. Edaf. y Agrobiología*, **XXXVI (9-10)**, 921-941.
- 8) SILLANPAA, M. (1982).—*Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study*. F.A.O. (Roma), 444.