

# Influencia del tipo de suelo sobre la distribución de nutrientes en alfalfa (*Medicago sativa*, L.)

por L. MONTAÑÉS y L. HERAS

Departamento de Suelos de la Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 3 - II - 1974

## A B S T R A C T

MONTAÑÉS, L. y HERAS, L., 1974. — The influence of the type of soil on the composition and distribution of nutrients in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *An. Aula Dei*, **12** (3/4): 122-137.

In this work we study the influence of the type of soil on the composition and distribution of mineral nutrients in the Alfalfa Aragon's ecotype, growing under irrigated soils: Brown soil with calcareous crust (Terrace soil), Undeveloped Soil on marls sedimentation (Serosem) and Alluvial Soil (Ribera soil)

The plant material corresponding to ten cuttings, was harvested along two management cycles (1970 and 1971). The cuttings were made at the 10 % flowering stage.

We study the distribution of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn, in both, leaf and stem.

According to our results we can tell that the type of soil has a influence on the composition and distribution of mineral nutrients in the alfalfa.

## I. INTRODUCCION

La composición mineral de una especie vegetal viene afectada por dos grupos de factores: unos ligados al medio ambiente y otros a la planta en sí. Entre los primeros cabe destacar el suelo sobre el que crece la planta (PERIGAUD, 1970). ALLAWAY (1968) indica que la concentración de elementos minerales, tanto macro como micro,

puede ser diferente según el tipo de suelo sobre el que se asienta el cultivo, hasta tal punto que este mismo autor resalta la importancia del binomio suelo-planta y el enorme interés que tiene el estudio de la influencia del suelo sobre la composición de aquélla. De las conclusiones que proporcionen estos estudios se podrá proceder a diferentes prácticas agronómicas con objeto de conseguir un equilibrio idóneo de nutrientes en planta, impedir concentraciones tóxicas, tanto desde el punto de vista de nutrición vegetal como animal, etc. Una de las prácticas agronómicas que ALLAWAY señala para conseguir estos objetivos es precisamente la selección del suelo.

El cultivo de la alfalfa en zonas puestas en regadío en el Valle del Ebro se asienta fundamentalmente sobre tres tipos de suelo:

- a) Suelo pardo de costra caliza sobre terrazas alóctonas (suelo de terraza).
- b) Suelos poco desarrollados sobre margas sedimentarias (serosem); y
- c) Suelos aluviales (vega).

En este trabajo nos proponemos estudiar la distribución de elementos minerales en hoja y tallo de alfalfa en función del tipo de suelo sobre el que se asienta el cultivo.

Expresamos nuestro agradecimiento a los señores Sanz y Ripalda y a las señoritas C. Fustero y A. Poc por la ayuda prestada en la realización de este trabajo.

## II. MATERIAL Y METODOS

La alfalfa sobre la que se ha centrado este trabajo ha sido ecotipo Aragón cultivada en régimen de regadío.

Las muestras de alfalfa procedieron de 5 campos: 2 correspondientes a suelos de terraza, 2 a serosem y 1 de vega del Gállego. El primer año de muestreo (1970) correspondió en todos los casos al tercer ciclo de explotación de la alfalfa. La recogida del material se realizó, en todos los cortes, cuando la planta estaba en un 10 % de floración. En todos los campos el muestreo se llevó a cabo en las fechas que a continuación se indican:

Año 1970:	1. <sup>er</sup> corte	8 mayo
	2. <sup>o</sup> "	19 junio
	3. <sup>o</sup> "	21 julio
	4. <sup>o</sup> "	25 agosto
	5. <sup>o</sup> "	25 septiembre
Año 1971:	1. <sup>er</sup> corte	13 mayo
	2. <sup>o</sup> "	15 junio
	3. <sup>o</sup> "	21 julio
	4. <sup>o</sup> "	19 agosto
	5. <sup>o</sup> "	5 octubre

La preparación del material vegetal para su análisis y los métodos analíticos utilizados son los mismos que se indican en un trabajo anterior (MONTAÑÉS, *et al.*, 1972).

Los resultados analíticos referidos a materia seca se expresan en % para nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio y en p.p.m. para hierro, manganeso, cobre y zinc. Cada valor es la media de dos determinaciones.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### III. 1. Primer ciclo experimental (1970)

En el cuadro 1 se especifican las características químicas y físicas de los suelos sobre los que se asienta el cultivo.

Los datos analíticos del material vegetal recogido en el año 1970, así como los valores medios individuales y de los dos campos figuran en los cuadros 2, 3 y 4.

Puesto que en este trabajo se intenta estudiar la distribución de los elementos minerales en hoja y tallo de la alfalfa hemos creído de interés elaborar el cuadro 5 en el que figuran dichas relaciones.

#### *Nitrógeno*

El contenido de nitrógeno en hoja y tallo de la alfalfa que crece sobre suelo de vega es el más elevado, en tanto que la alfalfa sobre suelo de terraza presenta el nivel más bajo. El orden de contenido, de mayor a menor, es  $V > S > T$ .

CUADRO 1.—Características físico-químicas de los suelos.

Tipo de suelo	Profundidad cm.	pH	CaCO <sub>3</sub> % total	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> p.p.m.	K <sub>2</sub> O p.p.m.	Materia orgánica %	Textura
Suelo poco evolucionado sobre sedimentos de margas (Sero- sem, S)	0 - 20 20 - 40	8,40 8,55	36,87 38,80	0,089 0,081	38 34	110 105	1,31 1,13	Limo - Arcilloso Limo - Arcilloso
Suelo aluvial de vega (Suelo vega, V)	0 - 20 20 - 40	8,35 8,40	34,60 36,20	0,151 0,127	160 120	330 310	1,82 1,60	Limo - Arenoso Limo - Arenoso

CUADRO 2.—Composición mineral de la hoja y del tallo de alfalfa cultivada sobre suelo de terraza (1970).

Campo núm. 1	Nitrogeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc		
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	
1.º corte	3,86	1,82	0,24	0,16	0,49	0,49	2,08	1,02	0,25	0,24	176	180	55	18	13	13	16	12	
2.º corte	4,20	1,65	0,29	0,23	0,70	0,78	1,90	0,78	0,26	0,22	93	48	63	13	13	13	27	16	
3.º corte	3,64	1,23	0,24	0,13	0,40	0,28	1,90	0,63	0,29	0,22	148	48	63	13	13	13	20	12	
4.º corte	4,03	1,37	0,29	0,22	0,35	0,35	2,00	0,50	0,31	0,28	148	108	88	18	13	13	28	20	
5.º corte	3,92	1,79	—	—	—	—	2,75	1,44	0,25	0,34	120	60	85	29	—	—	27	22	
Media	3,93	1,57	0,27	0,19	0,49	0,48	2,13	0,87	0,27	0,26	137	89	71	18	13	13	24	16	
2																			
1.º corte	3,40	1,73	0,29	0,20	0,75	0,85	2,78	1,40	0,33	0,33	167	120	57	21	6	5	31	21	
2.º corte	3,58	1,44	0,29	0,23	1,12	0,95	2,23	0,72	0,25	0,18	150	90	50	12	12	6	40	31	
3.º corte	3,41	1,17	0,30	0,19	1,75	1,67	2,30	0,72	0,30	0,22	150	60	57	12	12	9	35	21	
4.º corte	—	—	0,36	0,21	1,70	2,10	2,23	0,80	0,27	0,24	215	90	57	12	18	12	40	21	
5.º corte	—	—	0,29	0,29	1,37	2,20	2,25	1,22	0,24	0,28	150	120	38	21	6	6	31	31	
Media	3,46	1,45	0,31	0,22	1,34	1,55	2,36	0,97	0,28	0,25	166	96	52	16	11	8	35	25	
Media total	3,76	1,53	0,29	0,21	0,96	1,07	2,24	0,92	0,28	0,26	152	92	61	17	12	10	30	21	

CUADRO 3. — Composición mineral de la hoja y del tallo de alfalfa cultivada sobre serosem (1970).

	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
<i>Campo núm. 1</i>																		
1.º corte	4,17	2,12	0,24	0,16	1,29	1,63	0,78	0,27	0,26	186	38	18	19	10	22	16		
2.º corte	4,03	1,84	0,27	0,16	1,28	1,56	0,78	0,22	0,21	158	43	13	27	21	32	21		
3.º corte	4,22	1,59	0,28	0,15	0,96	0,93	0,63	0,27	0,23	115	65	13	13	13	27	16		
4.º corte	4,06	1,31	0,28	0,17	1,16	1,32	0,63	0,31	0,20	114	44	13	13	13	30	18		
5.º corte	4,42	2,04	0,27	—	—	—	1,15	0,28	0,35	182	113	54	44	—	39	30		
Media	4,18	1,78	0,27	0,16	1,17	1,36	0,79	0,27	0,25	147	98	44	23	14	30	20		
<i>Campo núm. 2</i>																		
1.º corte	3,66	1,74	0,27	0,19	1,55	1,85	0,72	0,31	0,35	257	185	39	21	6	40	31		
2.º corte	3,72	1,71	0,33	0,19	1,85	1,93	0,57	0,35	0,27	150	105	39	21	9	40	31		
3.º corte	3,74	1,37	0,28	0,21	1,18	1,33	0,55	0,35	0,27	167	60	39	13	6	40	31		
4.º corte	—	—	0,26	0,14	1,63	1,55	0,56	0,38	0,27	240	129	39	13	12	40	31		
5.º corte	—	—	0,29	0,24	1,58	1,65	0,70	0,30	0,30	215	135	39	21	5	40	31		
Media	3,71	1,61	0,29	0,19	1,57	1,66	0,62	0,34	0,29	206	121	39	18	8	40	31		
Media total	4,20	1,60	0,28	0,18	1,39	1,53	0,71	0,30	0,27	176	110	41	17	11	35	26		

CUADRO 4. — Composición mineral de la hoja y tallo de alfalfa cultivada sobre suelo de vega.

	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
1.º corte	4,16	1,82	0,28	0,19	1,60	2,24	0,63	0,24	0,18	203	138	38	13	13	28	17		
2.º corte	4,58	2,03	0,37	0,28	1,70	1,33	0,45	0,23	0,14	170	83	38	13	44	40	31		
3.º corte	4,12	1,20	0,30	0,14	1,83	1,75	0,23	0,25	0,14	108	23	33	13	19	30	15		
4.º corte	4,89	1,60	0,34	0,20	1,85	2,30	0,23	0,25	0,16	218	129	45	13	25	38	21		
5.º corte	5,26	2,13	0,36	0,27	1,92	2,77	0,36	0,24	0,23	239	148	38	13	31	34	29		
Media	4,60	1,76	0,33	0,22	1,78	2,08	0,38	0,24	0,17	188	102	38	13	21	34	23		

CUADRO 5.—Relación de elementos en hoja y tallo de alfalfa (1970).

Tipo suelo	Relación elementos hoja/tallo								
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc
TERRAZA									
Campo núm. 1	2,50	1,42	1,02	2,45	1,04	1,54	3,94	1,30	1,50
Campo núm. 2	2,39	1,41	0,86	2,43	1,12	1,73	3,25	1,38	1,40
Media total	2,46	1,38	0,90	2,43	1,08	1,65	3,59	1,20	1,43
SEROSEM									
Campo núm. 1	2,35	1,69	0,86	2,03	1,08	1,50	2,75	1,64	1,50
Campo núm. 2	2,30	1,53	0,95	2,39	1,17	1,70	2,17	1,50	1,29
Media total	2,37	1,56	0,91	2,17	1,11	1,60	2,41	1,64	1,35
VEGA									
Campo núm. 1	2,61	1,50	0,86	3,03	1,41	1,84	2,92	1,19	1,48

La alfalfa que crece sobre suelo de vega es la que presenta una relación nitrógeno hoja/nitrógeno tallo (cuadro 5) más alta (2,61) y la que crece sobre serosem es la que ofrece el valor más bajo (2,37). El orden de valores es  $V > T > S$ .

De lo anteriormente expuesto se deduce que la alfalfa que crece sobre suelo de vega, además de ser la más rica en nitrógeno, es la que ofrece una mayor acumulación relativa de este elemento en la hoja. Sin embargo, cuando se comparan los resultados de las alfalfas obtenidas sobre serosem y terraza, se observa que la que ofrece unos contenidos de nitrógeno más altos (Serossem), tanto en hoja como en tallo, presenta la menor acumulación relativa de este elemento en la hoja (2,37). Esto es consecuencia de que la diferencia de nitrógeno contenido entre planta crecida en serosem y en terraza es mayor para tallo (9,5 %) que para hoja (6 %), en valores relativos.

Si se considera el contenido de nitrógeno en suelo se observa que la alfalfa más rica en nitrógeno es precisamente la procedente del suelo que presenta un mayor contenido de este macronutriente (vega). En los otros dos tipos de suelo no existe correspondencia entre los contenidos de nitrógeno en planta y los valores encontrados para el suelo. Por el contrario, el orden de valor de las relaciones nitrógeno en hoja/nitrógeno en tallo coincide con el orden de riqueza de los suelos en este nutriente.

### *Fósforo*

Tanto en hoja como en tallo la alfalfa que crece sobre suelo de vega es la que presenta el mayor contenido de fósforo. Es muy próximo en terraza y serosem, si bien con tendencia a ser más alto en la alfalfa cultivada en el primero de estos suelos. El orden, por tanto, en lo que respecta a este macroelemento es:  $V > T > S$ .

Por lo que respecta a la relación fósforo hoja/fósforo tallo, es la alfalfa sobre serosem la que presenta el valor más alto; la cultivada sobre vega ofrece un valor muy similar y la procedente de terraza el valor más bajo. El orden es  $S \geq V > T$ .

El contenido de fósforo en la alfalfa sobre vega es superior al que presenta la que crece sobre serosem, sin embargo, esta diferencia supone en hoja un 15 % y un 18 % cuando se refiere al tallo, lo cual explica porqué el valor de la relación fósforo hoja/fósforo tallo

desciende, aunque poco, en la alfalfa de vega, con respecto a la de serosem.

Aunque las diferencias de contenido de fósforo en suelo de vega, frente a los otros dos tipos considerados, son muy destacadas, no se reflejan en los contenidos en planta ya que los niveles de fósforo encontrados son muy similares. No obstante el orden de intensidad ( $V > T > S$ ) se mantiene en suelo y planta.

### *Potasio*

Nuevamente se encuentra que la alfalfa cultivada sobre suelo de vega presenta los niveles más altos de potasio, en tanto que la procedente de suelo de terraza ofrece los más bajos. El orden es:  $V > S > T$ .

En cuanto a la relación potasio hoja/potasio tallo es la alfalfa de vega la que presenta valores más bajos en tanto que la cultivada sobre los otros tipos de suelo ofrece valores algo más altos y muy similares entre sí. El orden para esta relación es  $S = T > V$ . Es el único caso en que la relación contenido en hoja/contenido en tallo, da valores inferiores a la unidad, lo cual viene a reflejar el hecho, ya conocido, de que este macroelemento se acumula relativamente más en tallo que en hoja.

Al tener en cuenta el contenido de potasio asimilable en suelo, se encuentra que la alfalfa de vega responde al gran contenido de este elemento en suelo y subsuelo. En el caso de terraza y serosem, con contenidos similares de potasio en subsuelo, la alfalfa responde con niveles distintos en este elemento, niveles que son mucho más bajos en el caso de suelo de terraza.

### *Calcio*

La alfalfa que crece sobre suelo de terraza es la que presenta el mayor contenido en este macro-elemento y la que lo hace sobre suelo de vega el contenido más bajo. El orden por lo que a contenido se refiere es  $T > S > V$ . Si se tiene en cuenta el contenido de carbonato cálcico total de los suelos (cuadro 1) se observa que los suelos de vega y serosem presentan, hasta los 40 cm., tres veces más carbonato cálcico que el suelo de terraza. Esto debería incidir en el contenido de calcio en planta y la alfalfa que crece sobre suelo de vega debería presentar los niveles más altos de calcio. Sin embargo,

si se tiene en cuenta que los suelos de terraza (GUERRA y MONTURIOL, 1970) se hallan asentados sobre una costra caliza formada por cantos rodados cementados con carbonato cálcico y que esta costra puede ser alcanzada por el sistema radicular de la alfalfa, se puede suponer que, desde el punto de vista suelo, tanto la alfalfa sobre terraza como la establecida sobre vega y serosem tienen idénticas posibilidades de nutrición cálcica.

En consecuencia se puede deducir que las diferencias de contenido de calcio en la alfalfa cultivada en los tres tipos de suelo considerados no son debidas al nivel de carbonato cálcico del suelo.

Ahora bien, a nivel planta, se evidencia un antagonismo potasio-calcio, si se tiene en cuenta que la alfalfa cultivada sobre suelo de terraza es la más rica en calcio pero la más pobre en potasio y la que crece sobre vega es la más pobre en calcio pero la que presenta el mayor nivel de potasio.

Si se tiene en cuenta, únicamente, la alfalfa cultivada sobre terraza y la procedente de serosem se observa que el fenómeno de antagonismo, sigue dándose a pesar de que, desde el punto de vista suelo, la planta, en ambos casos, tiene similares posibilidades de nutrición tanto cálcica como potásica. Cabe pensar, por tanto, que otros factores, como pudiera ser la textura, influyen en la absorción o la asimilabilidad de estos nutrientes.

La más alta relación calcio hoja/calcio tallo corresponde a la alfalfa cultivada sobre suelo de vega. El orden con respecto a relación es:  $V > T > S$ .

El hecho de que en el suelo de vega, cuya alfalfa presenta el nivel más bajo de calcio, aparezca el valor más alto de la relación calcio hoja/calcio tallo, hace pensar en que un estado de deficiente alimentación cálcica traiga consigo una mayor acumulación de este elemento en los tejidos fisiológicamente más activos de la planta.

### *Magnesio*

El mayor contenido de magnesio lo presenta la alfalfa sobre serosem, siendo ligeramente superior al de la alfalfa cultivada sobre terraza y notablemente más elevado que el de la de vega. El orden es:  $S \geq T > V$ .

Los valores de la relación magnesio hoja/magnesio tallo siguen el orden  $V > S > T$ . Si se tiene en cuenta la pequeña diferencia encontrada en los contenidos de magnesio de la planta sobre serosem

y terraza, puede considerarse que el orden de la relación contenido en hoja/contenido en tallo es inverso al de contenido en este elemento.

Por los resultados obtenidos parece manifestarse un antagonismo potasio - magnesio, ya que la alfalfa que crece sobre vega, con mayor contenido en potasio, da los niveles más bajos de magnesio. Además la relación magnesio hoja/magnesio tallo en esta alfalfa es bastante superior a la que presenta la alfalfa sobre los otros dos tipos de suelo, lo cual pone de manifiesto una mayor acumulación relativa de magnesio en hoja en caso de hiponutrición magnésica. Esta circunstancia podría deberse a una baja disponibilidad de magnesio en el suelo o a un exceso de potasio en el mismo, lo que a nivel planta se traduciría en un desequilibrio potasio-magnesio. Este desequilibrio puede a la vez deberse a un estado deficitario de la planta en magnesio o a un aumento de las necesidades en este elemento como consecuencia del exceso de potasio tomado por la planta.

### *Hierro*

El contenido de hierro en alfalfa cultivada sobre suelo de vega es el más elevado de los tres tipos de suelos y la cultivada sobre terraza la que da los niveles más bajos. El orden es:  $V > S > T$ .

Si se comparan estos resultados con los obtenidos para el calcio parece evidenciarse un antagonismo entre estos dos elementos. En cambio la relación hierro hoja/hierro tallo sigue el mismo orden que la correspondiente al calcio, es decir, la alfalfa que crece sobre suelo de vega da el valor más alto y la que lo hace sobre terraza y serosem el más bajo. Esto podría ser debido a una inmovilización del hierro y su consiguiente acumulación a nivel de tallo en la alfalfa cultivada sobre terraza y serosem, como consecuencia de un mayor contenido de calcio en la planta cultivada sobre estos dos tipos de suelo.

### *Manganeso*

El mayor contenido de manganeso en hoja lo presenta la alfalfa desarrollada sobre terraza y el menor la cultivada en suelo de vega. El orden es  $T > S > V$ . En el tallo el contenido menor lo ofrece también la alfalfa de vega, en tanto que en esta parte

morfológica de la planta el nivel de manganeso es el mismo en alfalfa sobre terraza y sobre serosem.

Si se considera, únicamente, el manganeso en hoja, el orden de intensidad en los distintos tipos de suelo estudiados, es inverso al que manifiesta el hierro, lo que podría interpretarse como un antagonismo entre estos elementos a nivel de hoja.

La mayor relación manganeso hoja/manganeso tallo la presenta la alfalfa sobre terraza en tanto que la procedente de serosem da el valor más bajo. El orden es  $T > V > S$ .

### *Cobre*

La alfalfa procedente de suelo de vega da los niveles más altos en cobre, tanto en hoja como en tallo y la cultivada sobre terraza da los niveles más bajos. El orden es:  $V > S > T$ .

El comportamiento en lo que respecta a este elemento es inverso al que nos ofrecen el calcio y el magnesio, lo que puede ser un signo de antagonismo entre estos elementos.

Al tener en cuenta los valores de la relación cobre hoja/cobre tallo se destaca el serosem con 1,64 frente a los otros dos suelos muy similares (1,20; 1,19). El orden es:  $S > T = V$ .

### *Zinc*

La alfalfa que crece sobre vega y serosem presenta valores similares en contenido de zinc y ligeramente superiores a los procedentes de terraza. Los valores de la relación zinc hoja/zinc tallo se mueven entre límites estrechos (1,35-1,48).

Estos hechos parecen indicar una mínima repercusión del tipo de suelo sobre el nivel de este micronutriente en alfalfa.

## III. 2. *Segundo ciclo experimental (1971)*

En el año 1971 únicamente pudo hacerse el muestreo en los campos establecidos sobre serosem y terraza. Los resultados analíticos, así como las medias anuales por campo y las medias anuales por tipo de suelo se expresan en los cuadros 6 y 7. En el cuadro 8 figuran las relaciones de cada elemento mineral en hoja y tallo.

CUADRO 6. — Composición mineral de la hoja y del tallo de alfalfa cultivada sobre terraza (1971).

	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc		
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	
<i>Campo núm. 1</i>																			
1.º corte	3,58	1,31	0,25	0,26	0,68	0,56	1,50	0,68	0,32	0,31	—	—	65	27	15	10	32	27	
2.º corte	3,98	1,79	0,38	0,29	1,12	1,05	1,12	0,61	0,26	0,28	215	235	50	20	15	10	39	27	
3.º corte	3,24	1,40	0,35	0,29	1,50	1,15	1,50	0,50	0,39	0,30	140	110	57	12	15	10	27	21	
4.º corte	4,04	1,67	0,35	0,29	1,25	1,23	1,25	0,55	0,32	0,32	160	100	73	20	6	6	32	21	
5.º corte	4,03	2,11	0,33	0,26	2,28	1,45	2,28	1,20	0,35	0,47	175	70	77	27	11	11	31	25	
Media	3,77	1,66	0,33	0,28	1,53	1,09	1,53	0,71	0,33	0,34	173	129	64	21	12	9	32	24	
<i>Campo núm. 2</i>																			
1.º corte	2,76	1,50	0,35	0,24	1,92	0,85	1,92	1,15	0,36	0,37	235	235	56	49	17	11	37	31	
2.º corte	4,17	1,78	0,38	0,30	2,01	0,63	2,01	0,90	0,25	0,25	125	175	41	31	11	11	31	22	
3.º corte	3,64	1,54	0,41	0,24	2,30	1,35	2,30	0,67	0,35	0,25	125	70	63	13	20	17	31	20	
4.º corte	4,09	1,60	0,38	0,30	2,00	1,50	2,00	1,65	0,35	0,25	175	50	64	11	14	17	31	29	
5.º corte	3,75	1,82	0,36	0,34	2,75	2,13	2,75	1,65	0,21	0,31	205	125	63	25	17	17	36	29	
Media	3,68	1,65	0,38	0,28	2,20	1,29	2,20	1,20	0,30	0,29	173	131	57	26	16	15	33	26	
Media total	3,73	1,65	0,35	0,28	1,85	1,19	1,85	0,95	0,32	0,31	173	130	61	24	14	12	33	25	

CUADRO 7. — Composición mineral de la hoja y del tallo de alfalfa cultivada sobre Serosem (1971).

	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
<b>Campo núm. 1</b>																		
1.º corte	3,82	1,76	0,26	0,21	1,70	2,02	1,27	0,50	0,40	0,38	250	345	57	20	15	15	32	28
2.º corte	4,36	1,93	0,37	0,31	1,70	2,32	1,21	0,50	0,32	0,35	140	100	50	12	10	39	32	
3.º corte	3,92	1,54	0,34	0,25	2,00	2,47	0,93	0,97	0,36	0,26	195	160	27	12	19	23	39	27
4.º corte	3,84	1,37	0,33	0,19	2,02	2,15	0,96	0,33	0,35	0,24	160	100	42	12	6	39	21	
5.º corte	3,98	1,85	0,30	0,16	2,45	3,25	2,06	1,03	0,35	0,32	125	175	56	38	14	17	31	37
Media	3,98	1,69	0,32	0,22	1,97	2,44	1,29	0,67	0,36	0,31	174	176	46	19	13	14	36	29
<b>Campo núm. 2</b>																		
1.º corte	3,75	3,69	0,24	0,23	0,80	1,05	1,65	0,80	0,32	0,40	285	285	41	20	17	17	34	31
2.º corte	4,42	2,03	0,35	0,28	0,73	0,73	1,35	0,55	0,41	0,37	125	70	48	12	17	14	37	37
3.º corte	3,77	1,62	0,34	0,25	2,03	2,23	1,33	0,45	0,42	0,27	125	70	41	12	11	11	43	31
4.º corte	4,26	1,82	0,38	0,28	2,25	2,38	1,31	0,45	0,42	0,30	125	70	56	12	17	14	48	31
5.º corte	3,98	3,32	0,34	0,30	1,98	2,45	2,87	1,07	0,39	0,35	205	50	52	6	22	17	43	29
Media	4,04	2,50	0,33	0,27	1,56	1,77	1,70	0,66	0,39	0,34	173	109	48	12	17	15	41	32
Media total	4,01	2,09	0,33	0,25	1,77	2,11	1,49	0,67	0,37	0,32	174	143	47	16	15	14	39	30

CUADRO 8.—Valores de la relación de cada elemento mineral en hoja y tallo de alfalfa (1971).

Relación elementos hoja/elementos tallo

Tipo suelo	Nitrogeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio		Hierro		Manganeso		Cobre		Zinc	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
TERRAZA Campo núm. 1 Campo núm. 2	2.27		1.18		0.86		2.15		0.97		1.34		3.05		1.33		1.33	
	2.23		1.36		0.86		1.83		1.03		1.32		2.19		1.07		1.27	
	2.25		1.25		0.87		1.94		1.03		1.33		2.54		1.17		1.32	
SEROSEM Campo núm. 1 Campo núm. 2	2.36		1.45		0.81		1.93		1.16		0.99		2.42		0.93		1.24	
	1.62		1.22		0.88		2.58		1.25		1.59		4.00		1.13		1.28	
	1.92		1.32		0.84		2.22		1.16		1.22		2.94		1.07		1.30	

CUADRO 9.—Orden de los contenidos de elementos minerales en alfalfa cultivada sobre suelo de vega (V), terraza (T) y serosem (S).

AÑO	NITROGENO		CALCIO		MANGANESO	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
1970	V S T	V S T	I S V	T S V	T S V	T S V
1971	S T	S T	T S	T S	T S	T S
Media 1970-1971	V S T	V S T	I S V	T S V	I S V	T S V
AÑO	FOSFORO		MAGNESIO		COBRE	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
1970	V T S	V T S	S T V	S T V	V S T	V S T
1971	T S	T S	S T	S T	S T	S T
Media 1970-1971	V T S	T V S	S T V	S T V	V S T	T S V
AÑO	POTASIO		HIERRO		ZINC	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
1970	V S T	V S T	V S T	V T S	S V T	S V T
1971	S T	S T	S T	T S	S T	S T
Media 1970-1971	V S T	V S T	V S T	V T S	S V T	S V T

En lugar de someter a discusión los resultados obtenidos en 1971, tal como se ha hecho para los correspondientes al año 1970, se ha elaborado el cuadro 9 en el que se exponen, en orden decreciente, los contenidos de la alfalfa cultivada en cada uno de los tipos de suelo, para 1970 y 1971 y para los valores medios de los dos años. En la representación del año 1971 no figura el signo correspondiente al suelo de vega; para establecer el orden en la media de los dos años se han utilizado, para incluir este suelo de vega, los datos obtenidos en el año 1970, único año en el que se consiguió material vegetal.

De la observación del cuadro 9 se deduce que todos los contenidos, en hoja y tallo, concuerdan ambos años tanto en macro como en micro-elementos.

Por otro lado se observa que en 1971 sólo se ha modificado la relación contenido hoja/contenido tallo, del calcio, magnesio y cobre porque aunque el potasio también lo hace, los valores de esta relación, en la planta de ambos suelos son muy semejantes.

### CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup> De los tres tipos de suelo considerados, la alfalfa cultivada sobre suelo de vega ofrece los contenidos más altos de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y cobre.

2.<sup>a</sup> La alfalfa desarrollada sobre suelo de terraza ofrece los mayores contenidos de calcio y manganeso.

3.<sup>a</sup> El contenido de magnesio es más elevado en la alfalfa cultivada sobre serosem.

4.<sup>a</sup> La alfalfa cultivada sobre los tres tipos de suelo estudiados ofrece valores muy similares en su contenido de zinc, con tendencia a ser mayor en serosem.

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la influencia del tipo de suelo sobre la composición y distribución de nutrientes minerales en al-

falfa, ecotipo Aragón, cultivada, en régimen de regadío sobre suelo pardo de costra caliza, sobre suelo poco evolucionado sobre sedimentos de margas y sobre suelo aluvial de vega.

El material vegetal fue recogido a lo largo de dos ciclos de explotación (1970 y 1971) completando un total de diez cortes, realizados cuando la alfalfa se hallaba en un 10 % de floración.

Se estudia la distribución en hoja y tallo de nitrógeno, fósforo potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y zinc.

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que el tipo de suelo tiene influencia sobre la composición y distribución de los elementos minerales en la planta de alfalfa.

## REFERENCIAS

ALLAWAY, W. H.

- 1968 Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. *Adv. Agron.*, **20**: 235.

GUERRA, A. y MONTURIOL, F.

- 1970 Mapa de suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño. C.S.I.C. Madrid.

MONTAÑÉS, L.; ABADÍA, A. y HERAS, L.

- 1972 Composición de la alfalfa (*Medicago sativa*, L.) a lo largo del ciclo de explotación. *An. Aula Dei*, **11** (3/4): 357-65.

PERIGAUD, S.

- 1970 Les carences en oligoéléments chez les ruminants en France. Leur diagnostic. Les problèmes soulevés par l'intensification fourragère. *Ann. Agron.*, **21** (5): 635-69.