

Equilibrio y estado nutritivos de la alfalfa (*Medicago Sativa*, L.) cultivada sobre tres tipos de suelo

por L. HERAS y L. MONTAÑÉS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 10 - V - 1974

A B S T R A C T

HERAS, L., MONTAÑÉS, L., 1974. — Balance and nutritive status of the alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested on three types of soil. *An. Aula Dei*, **12** (3/4): 146-155.

We study the nutritive status of alfalfa harvested on three types of soil: Brown soil with calcareous crust (Terrace soil); undeveloped soil on marl sedimentation (Serosem); and alluvial soil (Ribera soil). For our purpose we use the plant feeding ratio (as summation of the percentages of the N, P, K, Ca and Mg, on dry matter basis) and the percentage of these elements in the whole feeding of the plant (the nutritive balance N:P:K: and K:Ca:Mg).

The N + P + K feeding ratio was: 4,14 for the alfalfa growing on Terrace soil; 4,81, for the alfalfa on Serosem; and 5,47 for the alfalfa from Ribera Soil. The K + Ca + Mg feeding ratio was: 2,83 for the alfalfa on Terrace soil; 3,03, for the alfalfa on Ribera Soil; and, 3,14, for the alfalfa growing on Serosem.

The N:P:K nutritive balance was: 71:6:23 for Terrace soil; 63:5:32 for Serosem; and 57:5:38 for Ribera soil. The K:Ca:Mg nutritive balance was: 33:57::10 for the alfalfa on Terrace soil; 50:40:10 for the alfalfa on Serosem; and 68:25:7 for the alfalfa on Ribera soil.

INTRODUCCION

Según WALLACE (1953) hay al menos 27 factores ambientales, incluidos los nutricionales, que influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cada una de las reacciones químicas que tienen lugar en el interior de las plantas está relacionada directa o indirectamente con casi todos los elementos nutritivos y factores ambientales que influyen en el crecimiento. Ningún elemento nutritivo actúa independientemente, por lo que un cambio en el nivel relativo de absorción de alguno de ellos da lugar a modificaciones en la cantidad y distribución de la mayoría de los otros nutrientes.

En los últimos años ha tomado una gran importancia dentro del campo de la nutrición vegetal el concepto de equilibrio de elementos nutritivos. Este concepto está relacionado con el antagonismo y las inter-relaciones de los distintos nutrientes entre sí.

De acuerdo con estas consideraciones en el presente trabajo se pretende conocer el estado nutritivo de la alfalfa cultivada en tres tipos de suelo, estudiando el nivel de alimentación global de la planta y la relación entre los principales elementos minerales que intervienen en su composición.

MATERIAL Y METODOS

Durante el año 1970 se procedió a recoger muestras de 5 campos de alfalfa establecidos: dos sobre suelo pardo de costra caliza (terraza), otros dos en suelo poco desarrollado sobre sedimentos de margas (serosem) y uno sobre suelo aluvial (vega).

De cada campo se tomó una muestra representativa de cada uno de los cinco cortes, dados a la misma edad fisiológica de la planta (10 % de floración), durante el ciclo de explotación.

Los métodos analíticos utilizados son los mismos que se reseñan en un trabajo anterior (MONTAÑÉS *et al.*, 1972).

La alimentación global se calcula sumando los tantos por ciento sobre materia seca de cada uno de los elementos considerados. El equilibrio nutritivo representa la participación porcentual, de cada uno de los elementos considerados, en la alimentación global de la planta.

RESULTADOS

La descripción del estado nutritivo de la planta puede hacerse en función de la intensidad de la nutrición, es decir, de la concentración absoluta de nutrientes en la parte analizada o, en función de la calidad de la nutrición, es decir, de la proporción de estos nutrientes (RECALDE, L., 1965).

En el cuadro núm. 1 se expresan los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en alfalfa cultivada sobre los tres tipos de suelo considerados. En los cuadros núms. 2 y 3 se especifica la alimentación global y el equilibrio nutritivo de la alfalfa correspondientes a cada corte y tipo de suelo.

CUADRO 1.—Contenido de N, P, K, Ca y Mg (% sobre materia seca) de la alfalfa cultivada en los tres tipos de suelo. Cada valor es media de dos determinaciones.

	TERRAZA *				
	N	P	K	Ca	Mg
1er corte	2,80	0,25	0,76	2,06	0,29
2.º corte	2,57	0,26	0,96	1,43	0,25
3er corte	2,48	0,23	1,09	1,45	0,24
4.º corte	2,71	0,26	1,00	1,57	0,28
5.º corte	4,14	0,30	0,90	1,61	0,31
Media	2,94	0,26	0,94	1,62	0,27
	S E R O S E M *				
	N	P	K	Ca	Mg
1er corte	3,10	0,23	1,63	1,26	0,32
2.º corte	3,01	0,25	1,78	1,31	0,30
3er corte	2,81	0,24	1,41	1,08	0,31
4.º corte	2,68	0,20	1,42	1,10	0,35
5.º corte	3,44	0,24	1,93	1,18	0,33
Media	3,01	0,23	1,57	1,25	0,32
	V E G A				
	N	P	K	Ca	Mg
1er corte	3,02	0,24	2,09	1,10	0,20
2.º corte	3,27	0,32	2,19	0,78	0,20
3er corte	2,62	0,23	1,75	0,75	0,19
4.º corte	3,29	0,30	1,97	0,75	0,24
5.º corte	3,48	0,31	2,27	0,50	0,23
Media	3,14	0,28	2,05	0,77	0,21

* Valor medio de dos campos.

CUADRO 2.—Estado nutritivo y equilibrio N:P:K de la alfalfa en los diversos cortes dados a lo largo del año.

	TERRAZA		SEROSEM		VEGA	
	Alimentación global N + P + K	Equilibrio nutritivo N : P : K	Alimentación global N + P + K	Equilibrio nutritivo N : P : K	Alimentación global N + P + K	Equilibrio nutritivo N : P : K
1er corte	3,81	73 : 7 : 20	4,96	63 : 5 : 32	5,35	56 : 4 : 40
2.º corte	3,79	68 : 7 : 25	5,04	60 : 5 : 35	5,78	57 : 5 : 38
3er corte	3,80	65 : 6 : 29	4,13	68 : 6 : 26	4,60	57 : 5 : 38
4.º corte	3,97	68 : 7 : 25	4,30	62 : 5 : 33	5,56	59 : 5 : 36
5.º corte	5,34	78 : 6 : 16	5,61	61 : 4 : 35	6,06	57 : 5 : 38
Media	4,14	71 : 6 : 23	4,81	63 : 5 : 32	5,47	57 : 5 : 38

CUADRO 3.—Estado nutritivo y equilibrio K:Ca:Mg de la alfalfa en los diversos cortes dado a lo largo del año.

	TERRAZA		SEROSEM		VEGA	
	Alimentación global K + Ca + Mg	Equilibrio nutritivo K : Ca : Mg	Alimentación global K + Ca + Mg	Equilibrio nutritivo K : Ca : Mg	Alimentación global K + Ca + Mg	Equilibrio nutritivo K : Ca : Mg
1er corte	3,11	24 : 66 : 10	3,21	51 : 39 : 10	3,39	62 : 32 : 6
2.º corte	2,64	36 : 54 : 10	3,39	53 : 39 : 8	3,17	69 : 25 : 6
3er corte	2,78	39 : 52 : 9	2,80	50 : 39 : 11	2,69	65 : 28 : 7
4.º corte	2,85	35 : 55 : 10	2,87	49 : 38 : 13	2,96	67 : 25 : 8
5.º corte	2,82	32 : 57 : 11	3,44	56 : 34 : 10	3,00	76 : 17 : 7
	2,83	33 : 57 : 10	3,14	50 : 40 : 10	3,03	68 : 25 : 7

1. Alimentación y equilibrio nutritivo: N, P, K

De la observación de los datos expuestos en el cuadro núm. 2 se deduce que en los tres tipos de suelo considerados el último corte es el que presenta el mayor índice de alimentación global. La alfalfa cultivada sobre suelo de vega es la que ofrece el valor más alto de esta alimentación global, en tanto que la desarrollada sobre terraza nos da el valor más bajo. A la vista de las cifras que refleja el cuadro núm. 1 se puede indicar que estas diferencias en la intensidad de la alimentación de la alfalfa se deben, fundamentalmente, a los distintos contenidos de potasio que esta planta ofrece en los tres tipos de suelo en que se ha estudiado.

En la figura núm. 1 se ha elaborado la representación, en diagrama triangular, del equilibrio nutritivo N : P : K de la alfalfa. De su examen se deduce que el fósforo participa en este equilibrio,

en proporción similar en los tres tipos de suelo. Sin embargo, dentro del triángulo, pueden enmarcarse con facilidad tres áreas de nutrición correspondientes con cada uno de los tres suelos. El de vega proporciona una alfalfa que se sitúa en una zona de baja participación del N en la alimentación global de la planta y de alta participación del potasio. Con la alfalfa procedente del suelo de terraza ocurre lo contrario, es decir, alta participación del nitrógeno y baja del potasio. El serosem, por último, se sitúa en una zona intermedia.

Cabe resaltar además que precisamente la alfalfa cultivada en suelo de vega presenta una mayor constancia en su equilibrio nutritivo a lo largo de los cinco cortes dados en su ciclo de explotación y la de terraza es a su vez la que ofrece una mayor dispersión de este equilibrio. Este hecho se refleja gráficamente en el

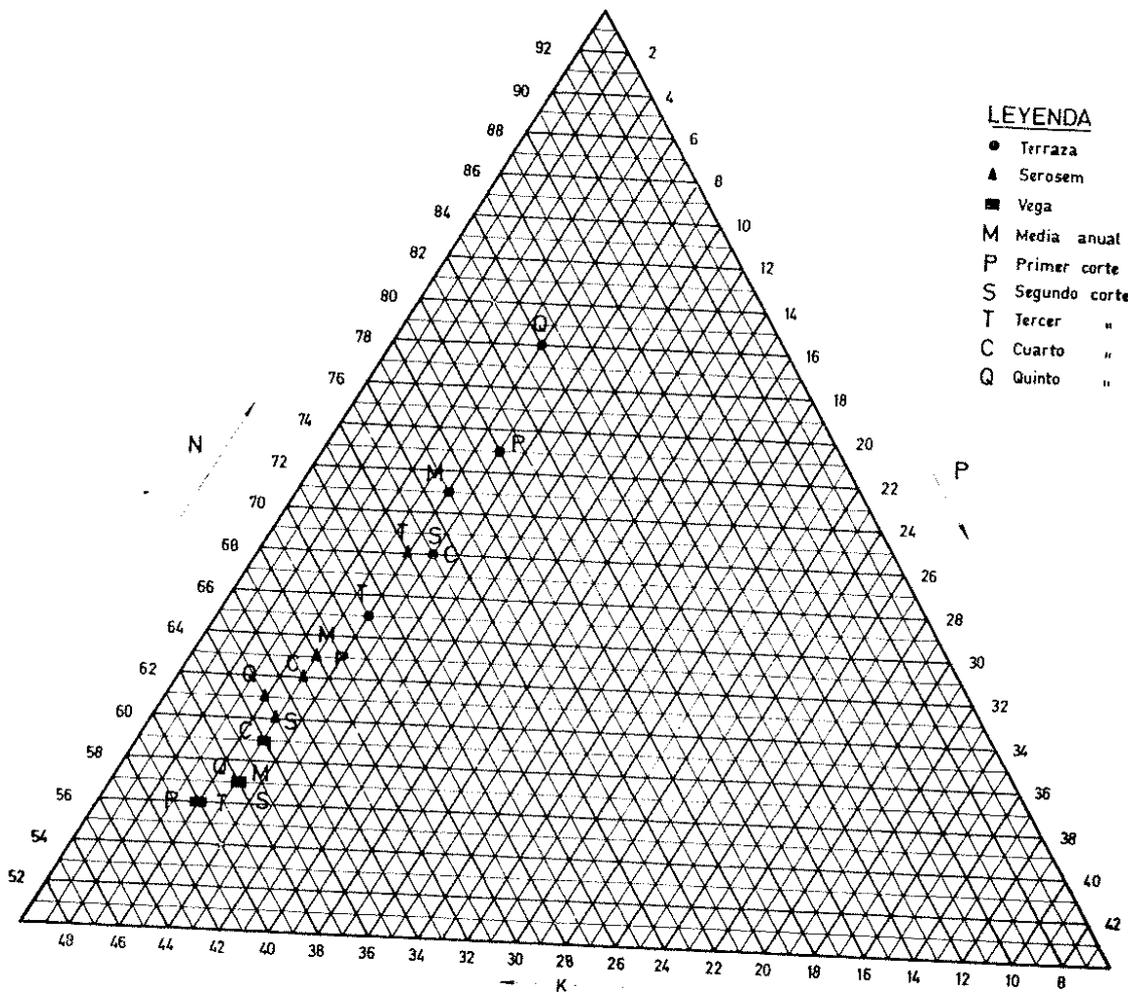


FIG. 1. Representación gráfica de los equilibrios nutritivos de la alfalfa (N:P:K).

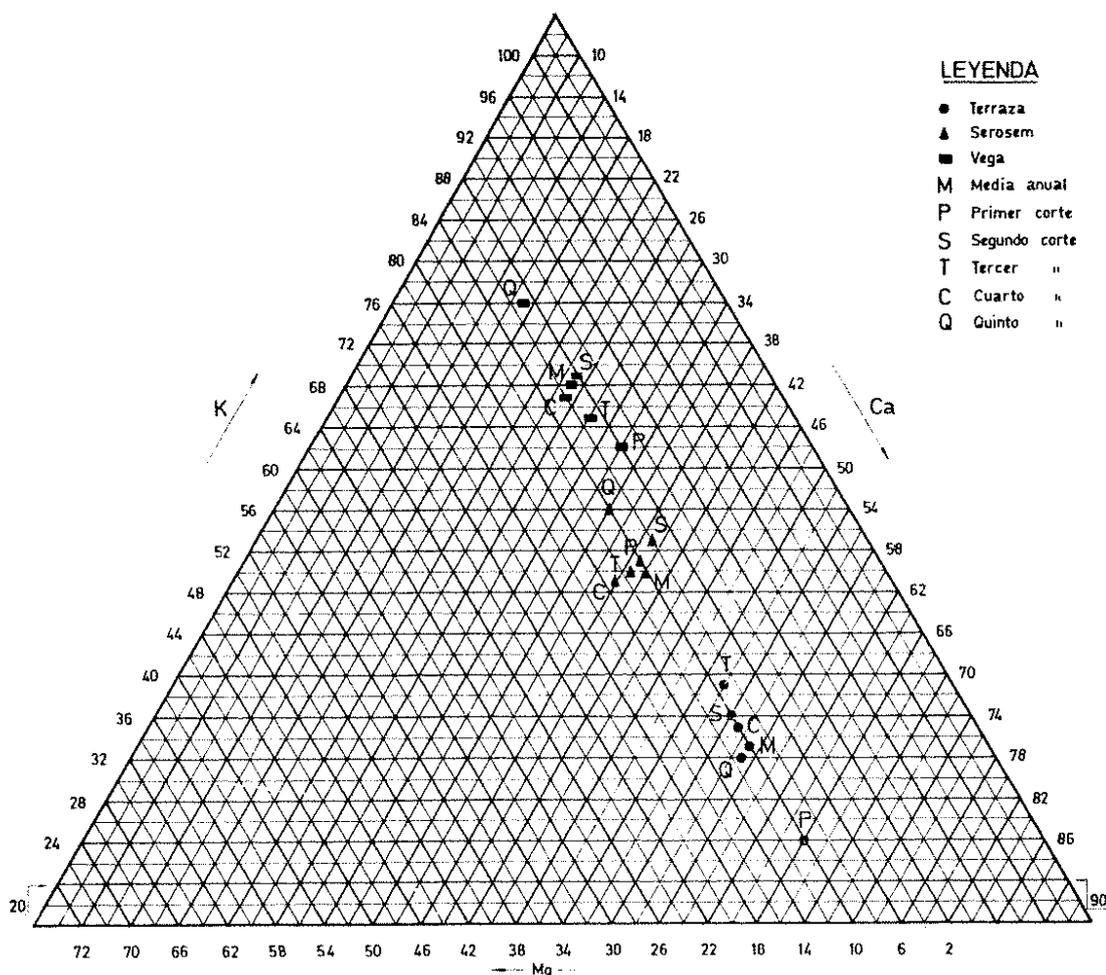


FIG. 2. Representación gráfica de los equilibrios nutritivos de la alfalfa (K:Ca:Mg.).

diagrama de la figura núm. 1, donde puede apreciarse una mayor concentración de los puntos de equilibrio correspondientes a los cortes de la alfalfa sobre vega y una gran dispersión de los mismos en el caso del suelo de terraza.

2. Alimentación y equilibrio nutritivo K : Ca : Mg

Es evidente que el estado nutritivo de una planta no puede conocerse sólo con un estudio de sus tres componentes principales N, P y K. Este conocimiento será más completo cuantos más elementos se tengan en cuenta. Por ello añadimos, además, el estudio de la alimentación global (K, Ca y Mg) y su equilibrio, tanto más importante teniendo en cuenta las interrelaciones entre estos tres elementos.

Como puede verse en el cuadro núm. 3, la mayor alimentación global corresponde a la alfalfa sobre serosem (3,14), es muy similar a ésta (3,03) la de vega y es ligeramente inferior (2,83) la de terraza.

En el diagrama triangular de la figura núm. 2 se representa el equilibrio nutritivo K : Ca : Mg de la alfalfa. En el mismo pueden delimitarse claramente tres áreas correspondientes con cada uno de los tres tipos de suelo. La de vega se sitúa en una zona de claro dominio del potasio, en tanto que la de terraza lo hace en la zona dominada por el calcio. La alfalfa sobre serosem, al igual que ocurría en el estudio de equilibrio N : P : K, se sitúa entre las dos zonas anteriormente citadas. La participación del magnesio en el equilibrio K : Ca : Mg se mantiene, como el P, dentro de límites muy estrechos en los tres tipos de suelo.

DISCUSION

Para poder fijar la alimentación global y el equilibrio nutritivo óptimos en una planta determinada es necesario conocer no sólo su composición sino también su comportamiento agronómico y fisiológico junto con su rendimiento, tanto desde el punto de vista cuanti como cualitativo, ante los posibles estados nutricionales que en una experimentación sistemática se pudieran considerar.

Al no disponer de datos bibliográficos que aclaren todos estos extremos hemos calculado la alimentación global y el equilibrio nutritivo en alfalfa a partir de los valores medios de composición de 201 muestras de alfalfa cultivada en 15 tipos de suelo en Estados Unidos, que aparecen en un trabajo realizado por PICKETT (1960). Estos valores calculados (cuadro núm. 4) los utilizamos para establecer una comparación con los obtenidos en nuestro estudio.

CUADRO 4.— *Indices nutritivos calculados a partir de PICKETT.*

<i>Nutrientes</i>	<i>Alimentación global</i>	<i>Equilibrios nutritivos</i>
N : P : K	6,40	57 : 5 : 38
K : Ca : Mg	4,46	54 : 38 : 8

La alimentación global (N + P + K) de la alfalfa procedente de los tres tipos de suelo estudiados (cuadro núm. 2) se sitúa por debajo del valor calculado a partir de los datos de PICKETT, siendo la de vega (5,47) la más próxima a este valor y la de terraza (4,14) la más alejada.

El equilibrio (N : P : K) de la alfalfa de vega es coincidente con el que se obtiene con los datos de PICKETT. Si nos arriesgamos a considerar este equilibrio (57 : 5 : 38) como óptimo, se observa que la alfalfa desarrollada sobre suelo de terraza manifiesta un desequilibrio favorable al nitrógeno y fósforo, desequilibrio que supone un aumento del 25 y del 20 % con respecto al equilibrio de PICKETT. Esta situación repercute en perjuicio del potasio, cuyo porcentaje de participación en la alimentación global se reduce en un 40 %. En la alfalfa de serosem el desequilibrio se manifiesta levemente a favor del nitrógeno (10 %) en perjuicio del K (16 %).

Si consideramos alimentación global y equilibrio (K : Ca : Mg) vemos que, en los tres tipos de suelo, la alfalfa presenta una alimentación global muy baja, en especial la de terraza. El equilibrio nutritivo más próximo al de PICKETT lo ofrece la alfalfa de serosem, si bien aquél se desplaza a favor del magnesio (25 %) y calcio (5 %) en detrimento del potasio (8 %). En la alfalfa cultivada sobre terraza se manifiesta también un desequilibrio favorable al calcio (50 %) y magnesio (25 %) y contrario al potasio (39 %). Por último, la alfalfa procedente de suelo de vega ofrece un comportamiento, en lo que a desplazamiento de su equilibrio se refiere, contrario al que presenta en los otros dos tipos de suelo considerados; el desequilibrio favorece la participación del potasio en un 26 % en perjuicio de la del calcio (35 %) y de la del magnesio (12 %).

Teniendo en cuenta que la alfalfa cultivada en suelo de vega ha manifestado un equilibrio N : P : K considerado como óptimo, el exceso relativo de potasio que se ofrece cuando consideramos este elemento junto con calcio y magnesio, debe de ser, por tanto, achacado a un defecto en la nutrición cálcica y magnésica de esta alfalfa.

Efectivamente, si se tienen en cuenta las relaciones K/Ca y Ca/Mg que se han calculado (cuadro núm. 5), la alfalfa de vega presenta la más alta relación K/Ca y la más baja Ca/Mg.

CUADRO 5.—*Relaciones K/Ca y Ca/Mg en alfalfa.*

	Relación K/Ca				Relación Ca/Mg			
	PICKETT	TERRAZA	SEROSEM	VEGA	PICKETT	TERRAZA	SEROSEM	VEGA
1er corte	—	0,37	1,29	1,90	—	7,1	3,9	5,5
2.º corte	—	0,67	1,36	2,81	—	5,7	4,4	3,9
3er corte	—	0,75	1,31	2,33	—	6,0	3,5	4,0
4.º corte	—	0,64	1,29	2,63	—	5,6	3,1	3,1
5.º corte	—	0,56	1,64	4,54	—	5,2	3,6	2,2
Media	1,44	0,58	1,38	2,66	5,1	6,0	3,7	3,7

El desequilibrio que manifiesta la alfalfa sobre terraza en perjuicio del potasio, tanto al considerar este elemento con nitrógeno y fósforo, como con calcio y magnesio, es achacable a un estado deficitario en la nutrición potásica de la planta. Se puede desechar el efecto de un antagonismo K : Ca porque, si bien el valor de la relación entre estos elementos es muy bajo (0,58), la relación Ca : Mg (6,0) presenta un valor relativamente próximo al que obtenemos con las cifras tomadas del trabajo de PICKETT. En consecuencia, no podemos pensar el que un exceso de Ca haya podido desplazar el potasio hasta niveles tan bajos, como los que, en este caso, han desequilibrado la relación del elemento con los otros cuatro componentes minerales considerados.

CONCLUSIONES

- 1.ª La alfalfa cultivada sobre suelo de vega ofrece el valor más alto de alimentación global (N + P + K), en tanto que la cultivada sobre terraza da el valor más bajo.
- 2.ª La participación del fósforo en el desequilibrio N : P : K de la alfalfa es similar en los tres tipos de suelo, mientras que la de los otros elementos varía según el tipo de suelo.
- 3.ª La intensidad de alimentación K + Ca + Mg es muy similar en la alfalfa de serosem y vega y ligeramente inferior la de terraza.
- 4.ª El equilibrio K : Ca : Mg se desplaza hacia el potasio en la alfalfa de vega y hacia el calcio en la de terraza, en tanto que el de la de serosem se sitúa en una zona intermedia.

- 5.^a El desequilibrio que manifiesta la alfalfa de vega a favor del potasio se debe a una deficiente nutrición cálcica y magnésica.
- 6.^a La alfalfa de terraza presenta una deficiente nutrición potásica que se manifiesta en un desequilibrio de este elemento con relación a las otras cuatro.

RESUMEN

Se estudia el estado nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivada en tres tipos de suelo: suelo pardo de costra caliza (terrazza); suelo poco desarrollado sobre sedimentos de marga (serosem) y suelo aluvial (vega). Para ello se considera el nivel de alimentación de la planta (suma de los porcentajes sobre materia seca de cada elemento considerado N, P, K, Ca y Mg) y la participación porcentual de cada uno de estos elementos en la alimentación global de la planta (equilibrios nutritivos: N : P : K y K : Ca : Mg).

Los valores de alimentación global (N + P + K) encontrados han sido: 4,14, para la alfalfa obtenida en suelo de terraza; 4,81, para la de serosem, y 5,47, para la de vega. La alimentación global (K + Ca + Mg) fue: 2,83, para terraza; 3,03, para vega y 3,14, para serosem.

El equilibrio N : P : K fue: en terraza, 71 : 6 : 23; en serosem, 63 : 5 : 32, y en vega, 57 : 5 : 38. El equilibrio K : Ca : Mg fue, respectivamente: 33 : 57 : 10; 50 : 40 : 10, y 68 : 25 : 7.

REFERENCIAS

- 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.
- PICKETT, E. E.
1960 Mineral composition of Missouri Feeds and Forrages. II. Alfalfa. *Res. Bull. 724 Univ. Missouri. Coll. Agric., Agric. Exp. Sta. Columbia*.
- RECALDE, L.
1965 El equilibrio nutritivo del olivo y su producción. Comunicación al coloquio «Aportación de las Investigaciones Ecológicas y Agrícolas a la lucha del Mundo contra el Hambre», Madrid.
- WALLACE, A.
1953 General rules concerning plant nutrients. *Bett. Crops with Plant Food Magazine. Amer. Potash. Institute. Inc., Washington D.C.*