

# Correlaciones entre bioelementos en especies pratenses bajo los efectos de la madurez. I. Leguminosas

A. VALDÉS AMADO, B. GARCÍA CRIADO y J.M. GÓMEZ GUTIÉRREZ

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (C.S.I.C.)

## RESUMEN

*Se estudian las correlaciones existentes entre las concentraciones de N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en tres especies pratenses (Medicago sativa, "Europe FD 100"; Trifolium pratense comercial, y Trifolium repens, C.P.I. 19434), en las cuales se controló el crecimiento primario, durante dos años consecutivos, realizando cortes cada treinta días durante el primer año y cada diez en el segundo.*

*Las correlaciones varían de una especie a otra y también de un año a otro para la misma especie, de tal forma que solamente en M. sativa se encuentran correlaciones comunes para los dos años. Esta variabilidad, que denota cierto desequilibrio entre los nutrientes, impide una coincidencia de resultados entre las diferentes especies y, así, sólo se han encontrado dos correlaciones comunes a las tres especies estudiadas (N-P y Na-Mn), en el segundo año de control. A lo largo de este año parece que las plantas alcanzan un mejor equilibrio nutricional, asociado a una mayor adaptación al ambiente en el que habían sido colocadas.*

## INTRODUCCIÓN

La composición mineral de una planta es algo que está variando continuamente como resultado de la incidencia de un gran número de factores que están actuando sobre ella: unos relacionados con el suelo, el clima y la estación, otros ligados a la intervención humana (fertilización y frecuencia de corte) y por fin otros que dependen de la misma planta como la madurez o estado de crecimiento. Al intentar estudiar uno a uno estos factores han

de tenerse en cuenta los efectos de los demás, ya que no actúan independientemente.

No hay duda de que el estado de crecimiento es uno de los factores que más influyen en la composición mineral de la hierba. Este cambio en la concentración de nutrientes con la edad es debido, probablemente, tanto a la variación en el contenido de nutrientes de cada tejido a lo largo del tiempo como al cambio que experimentan las proporciones de unos órganos a otros en las plantas (BATES [1], FLEMING [7]).

Este problema ha sido estudiado por numerosos autores (entre los que cabría citar a BEESON y McDONALD [2], THOMAS y cols. [15], VAN RIPER y SMITH [16], PUMPHREY y MOORE [14], FLEMING y MURPHY [6], WHITEHEAD y JONES [18]), obteniéndose una gran diversidad de modelos para el comportamiento de los distintos elementos en las diferentes especies. Aunque la tendencia general parece ser un descenso en los contenidos minerales con la edad, hay también algunos elementos que aumentan a medida que avanza el desarrollo de la planta, dándose los mayores contenidos en los estados posteriores de desarrollo (Zn y B), mientras que otros se comportan de una u otra forma según la especie vegetal estudiada (Fe y Co). Por fin hay algunos, como el Ca, que no siempre presentan una tendencia clara.

En un trabajo anterior (GARCÍA y cols. [12]), realizado en especies frecuentes en comunidades naturales de la provincia de Salamanca, se justificaba el estudio de las posibles correlaciones existentes entre los contenidos de nutrientes minerales por considerarlas mejores indicadores del estado nutritivo de la planta que las concentraciones absolutas, a la vez que otro factor de variación. En esta misma línea se plantea, en el presente trabajo, el estudio de esas correlaciones a lo largo del crecimiento primario en las especies prateses: *Medicago sativa* "Europe FD 100", *Trifolium pratense* "comercial" y *Trifolium repens* "C.P.I. 19434", en las cuales fueron medidos crecimiento y sustancia seca y en cuyas muestras se determinaron los contenidos de: cenizas, N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn, realizándose cortes cada treinta días en el primer año de control y cada diez en el segundo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En estudios preliminares [GARCÍA y GÓMEZ (2), GARCÍA y cols. (1) y GARCÍA y GARCÍA (4)] ya se han expuesto las condiciones experimentales y controles realizados en el experimento objeto de este trabajo.

En lo que aquí se refiere, conviene señalar que el estudio se centra en tres de las diez especies allí utilizadas. Estas especies fueron: Alfalfa (*Medicago sativa* "Europe FD 100"), Trébol violeta (*Trifolium pratense* "comercial") y Trébol blanco (*Trifolium repens* "C.P.I. 19434"), en las cuales se controló el crecimiento primario, durante dos años consecutivos, realizando cortes cada treinta días en el primer año (cinco muestras por especie) y cada diez días en el segundo (nueve muestras por especie).

Para la determinación de N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn se utilizaron los métodos de análisis propuestos por DUQUE (14).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1, 2 y 3 se han recogido los valores extremos y medios, las desviaciones típicas y los coeficientes de variación de las variables controladas a lo largo del crecimiento primario, durante dos años consecutivos, en las tres especies estudiadas.

En las figuras 1, 2 y 3 pueden verse las correlaciones significativas obtenidas para los dos años de control en cada una de las especies. En dichas figuras se han reseñado tanto el signo como la significación de las correlaciones.

TABLA NUM. I

VALORES EXTREMOS Y MEDIOS, DESVIACIONES TÍPICAS Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LAS VARIABLES CONTROLADAS DURANTE EL CRECIMIENTO PRIMARIO REALIZANDO CORTES CADA TREINTA (PRIMER AÑO) Y DIEZ DÍAS (SEGUNDO AÑO) EN *MEDICAGO SATIVA*

	Valores extremos	Valor medio	Desviación típica	Coefficiente de variación
<i>Cortes cada treinta días</i> (primer año)				
Crecimiento ... ..	16,0-115	73,2	36,6	50,0
S.S. ... ..	148-7.475	3.989	2.934	73,6
Cen. ... ..	10,2-14,1	11,9	1,61	13,6
N ... ..	2,06-4,36	2,74	0,971	35,4
P ... ..	0,200-0,600	0,322	0,168	52,1
K ... ..	0,880-3,50	2,08	1,22	58,6
Na ... ..	0,180-0,350	0,244	0,064	26,3
Ca ... ..	0,323-1,95	1,31	0,604	45,9
Mg ... ..	0,206-0,617	0,432	0,153	35,5
Fe ... ..	140-565	252	178	70,7
Mn ... ..	53,0-74,0	65,2	13,9	21,3
Cu ... ..	11,25-21,25	14,8	3,89	26,4
Zn ... ..	15,5-26,8	19,7	4,42	22,4
<i>Cortes cada diez días</i> (segundo año)				
Crecimiento ... ..	19,0-100	61,1	27,6	45,1
S.S. ... ..	178-2.189	933	615	66,0
Cen. ... ..	8,93-12,4	10,6	0,929	8,77
N ... ..	2,16-4,89	3,08	0,883	28,7
P ... ..	0,218-0,507	0,322	0,083	25,1
K ... ..	1,15-2,90	1,55	0,384	24,8
Na ... ..	0,075-0,350	0,199	0,082	41,2
Ca ... ..	1,14-1,98	1,49	0,254	17,1
Mg ... ..	0,400-0,717	0,567	0,109	19,2
Fe ... ..	68,8-118	94,8	16,3	17,2
Mn ... ..	40,0-56,3	47,9	5,51	11,5
Cu ... ..	5,00-16,3	10,8	3,20	29,6
Zn ... ..	15,6-36,8	22,5	6,31	28,1

NOTA.—Los valores extremos y medios del crecimiento se expresan en cm.; los de sustancia seca, en g./m.<sup>2</sup>; los de las cenizas, N, P, K, Na, Ca y M, en % sobre sustancia seca, y los de Fe, Mn, Cu y Zn, en ppm sobre sustancia seca.

TABLA NUM. II

VALORES EXTREMOS Y MEDIOS, DESVIACIONES TIPICAS Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LAS VARIABLES CONTROLADAS DURANTE EL CRECIMIENTO PRIMARIO REALIZANDO CORTES CADA TREINTA (PRIMER AÑO) Y DIEZ DIAS (SEGUNDO AÑO) EN *TRIFOLIUM PRATENSE*

	Valores extremos	Valor medio	Desviación típica	Coefficiente de variación
<i>Cortes cada treinta días</i> (primer año)				
Crecimiento ... ..	13,0-110	71,4	37,3	52,3
S.S. ... ..	93,8-7.650	3.511	3.588	102
Cen. ... ..	10,0-12,8	11,0	1,22	11,0
N ... ..	1,64-3,28	2,27	0,690	30,5
P ... ..	0,170-0,350	0,270	0,070	27,4
K ... ..	1,31-2,25	1,89	0,370	19,8
Na ... ..	0,110-0,250	0,170	0,070	38,7
Ca ... ..	1,38-1,59	1,45	0,102	7,00
Mg ... ..	0,580-0,630	0,610	0,028	4,64
Fe ... ..	158-290	227	52,0	22,9
Mn ... ..	68,0-75,0	73,0	2,83	3,88
Cu ... ..	14,5-25,0	17,2	4,45	26,0
Zn ... ..	15,4-25,8	21,5	5,45	25,4
<i>Cortes cada diez días</i> (segundo año)				
Crecimiento ... ..	14,0-72,0	49,1	21,0	42,8
S.S. ... ..	389-1.740	998	465	46,6
Cen. ... ..	9,08-11,2	10,1	0,833	8,28
N ... ..	2,13-5,84	3,06	1,13	36,9
P ... ..	0,210-0,400	0,290	0,073	25,3
K ... ..	0,650-2,30	1,52	0,449	29,6
Na ... ..	0,031-0,425	0,120	0,119	98,8
Ca ... ..	1,00-1,55	1,25	0,165	13,2
Mg ... ..	0,480-0,760	0,584	0,095	16,2
Fe ... ..	57,5-100	76,7	14,0	18,2
Mn ... ..	37,5-62,5	52,9	8,87	16,8
Cu ... ..	9,00-16,3	12,8	3,83	30,0
Zn ... ..	12,5-30,9	19,5	5,56	28,6

NOTA.—Los valores extremos y medios del crecimiento se expresan en cm.; los de sustancia seca, en g./m.<sup>2</sup>; los de las cenizas, N, P, K, Na, Ca y M, en % sobre sustancia seca, y los de Fe, Mn, Cu y Zn, en ppm sobre sustancia seca.

En las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se han representado y expresado matemáticamente las rectas de regresión correspondientes a las correlaciones obtenidas en los dos años. Para obtener la concentración de un elemento a partir de un par de valores de los ejes de coordenadas ha de tomarse éste y multiplicarlo por el correspondiente factor de conversión de la tabla 4, sumándole a continuación el número que aparece inmediatamente después del factor, en la misma tabla.

A continuación se comentan las correlaciones significativas que cada elemento forma con los demás en cada uno de los dos años consecutivos de control del crecimiento primario.

TABLA NUM. III

VALORES EXTREMOS Y MEDIOS, DESVIACIONES TÍPICAS Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LAS VARIABLES CONTROLADAS DURANTE EL CRECIMIENTO PRIMARIO REALIZANDO CORTES CADA TREINTA (PRIMER AÑO) Y DIEZ DÍAS (SEGUNDO AÑO) EN *TRIFOLIUM REPENS*

	Valores extremos	Valor medio	Desviación típica	Coefficiente de variación
<i>Cortes cada treinta días</i> (primer año)				
Crecimiento ... ..	9,00-38,0	28,0	12,0	42,8
SS. ... ..	143-6.217	3.057	2.734	89,4
Cen. ... ..	12,8-16,5	14,4	1,67	11,6
N ... ..	2,28-3,50	2,68	0,494	18,4
P ... ..	0,280-0,440	0,374	0,072	19,3
K ... ..	1,88-3,94	2,72	0,761	100
Na ... ..	0,250-0,400	0,358	0,062	17,4
Ca ... ..	1,60-2,23	1,84	0,262	14,3
Mg ... ..	0,407-0,666	0,529	0,101	19,1
Fe ... ..	455-750	532	128	24,1
Mn ... ..	115-147	128	11,9	9,31
Cu ... ..	14,0-21,8	16,4	3,10	18,9
Zn ... ..	18,5-34,3	23,3	6,47	100
<i>Cortes cada diez días</i> (segundo año)				
Crecimiento ... ..	7,00-39,0	25,7	12,0	46,9
S.S. ... ..	300-1.064	624	251	40,2
Cen. ... ..	11,3-13,2	12,1	0,572	4,74
N ... ..	2,27-4,44	3,28	0,649	19,8
P ... ..	0,275-0,450	0,357	0,058	16,3
K ... ..	1,36-2,43	1,84	0,388	21,1
Na ... ..	0,250-0,537	0,436	0,099	22,7
Ca ... ..	1,22-1,64	1,43	0,121	8,44
Mg ... ..	0,455-0,636	0,536	0,056	10,4
Fe ... ..	138-223	159	26,1	16,4
Mn ... ..	65,0-105	81,1	13,9	17,1
Cu ... ..	11,8-21,3	14,8	2,84	19,2
Zn ... ..	16,3-25,5	21,4	2,97	13,8

NOTA.—Los valores extremos y medios del crecimiento se expresan en cm.; los de sustancia seca, en g./m.<sup>2</sup>, los de las cenizas, N, P, K, Na, Ca y Mg, en % sobre sustancia seca, y los de Fe, Mn, Cu y Zn, en ppm sobre sustancia seca.

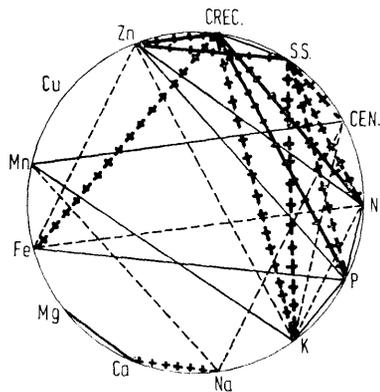
### NITRÓGENO

El intervalo de valores a lo largo del cual se localiza la concentración de este elemento es más amplio durante el segundo año y asimismo las medias de las concentraciones son también más altas, en las tres especies, para ese año. En cuanto a las desviaciones típicas y los coeficientes de variación son más bajos en el segundo período de control en *M. sativa*, pero más altos en las dos especies de *Trifolium*. *M. sativa* proporciona la media, desviación típica y coeficiente de variación más altos del primer año, *T. repens* la media más alta durante el segundo y *T. pratense* la desviación típica y el coeficiente

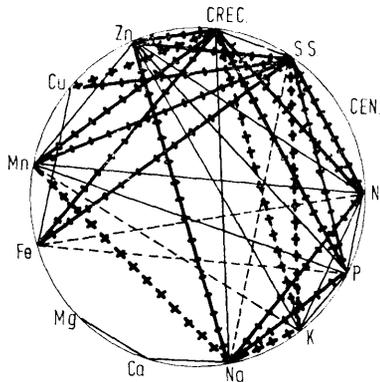
TABLA NUM. 4

## FACTORES DE CONVERSION

	MEDICAGO SATIVA		TRIFOLIUM PRATENSE		TRIFOLIUM REPENS	
	Primer año	Segundo año	Primer año	Segundo año	Primer año	Segundo año
N ... ..	× 0,287 + 2,06	× 0,341 + 2,16	× 0,205 + 1,64	× 0,463 + 2,13	× 0,153 + 2,28	× 0,271 + 2,27
P ... ..	× 0,050 + 0,200	× 0,036 + 0,218	× 0,023 + 0,170	× 0,024 + 0,210	× 0,020 + 0,280	× 0,022 + 0,275
K ... ..	× 0,328 + 0,880	× 0,219 + 1,15	× 0,118 + 1,31	× 0,206 + 0,650	× 0,258 + 1,88	× 0,134 + 1,36
Na ... ..	× 0,021 + 0,180	× 0,034 + 0,075	× 0,018 + 0,110	× 0,049 + 0,031	× 0,019 + 0,250	× 0,036 + 0,250
Ca ... ..	× 0,01 + 0,260	× 0,203 + 0,323	× 0,105 + 1,14	× 0,027 + 1,38	× 0,069 + 1,00	× 0,078 + 1,60
Mg ... ..	× 0,051 + 0,206	× 0,040 + 0,400	× 0,006 + 0,580	× 0,035 + 0,480	× 0,032 + 0,407	× 0,023 + 0,455
Fe ... ..	× 52,6 + 140	× 6,10 + 68,8	× 16,4 + 158	× 5,32 + 57,5	× 37,0 + 455	× 10,63 + 138
Mn ... ..	× 2,62 + 53,0	× 2,03 + 40,0	× 0,875 + 68,0	× 3,13 + 37,5	× 4,00 + 115	× 5,00 + 65,0
Cu ... ..	× 1,25 + 11,3	× 1,41 + 5,00	× 1,31 + 14,5	× 0,910 + 9,00	× 0,969 + 14,0	× 0,188 + 11,8
Zn ... ..	× 1,41 + 15,5	× 2,64 + 15,6	× 1,32 + 15,4	× 2,30 + 12,5	× 1,98 + 18,5	× 1,16 + 16,25



CORTES CADA 30 DIAS



CORTES CADA 10 DIAS

- (+) SUPERIOR 99 %
- - - (+) ENTRE 95-99 %
- (+) SUPERIOR 99 %
- ◆◆◆◆ (-) ENTRE 95-99 %

FIG. 1.—Relaciones entre bioelementos y otras variables en *Medicago sativa* para el crecimiento primario en cortes cada treinta y diez días

de variación más altos también durante ese período. *T. pratense* da la media más baja en los dos años y *T. repens* la desviación típica y el coeficiente de variación más bajos en los dos períodos (tablas 1, 2 y 3).

Los contenidos de este elemento presentan una clara tendencia a disminuir con la madurez en las tres especies y en los dos períodos de control, resultados que coinciden con los obtenidos por PUMPHREY y MOORE (14) en *M. sativa*, FLEMING y MURPHY (6) en *T. repens*, entre otras especies, y WHITEHEAD y JONES (18) en las tres especies aquí estudiadas.



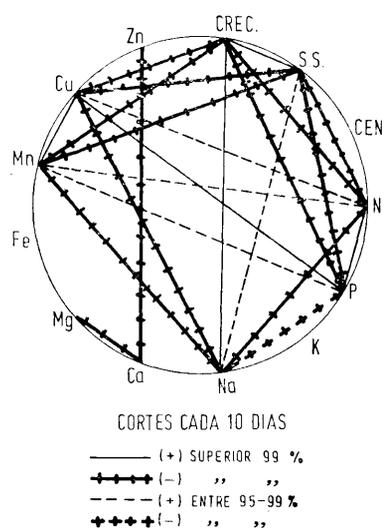
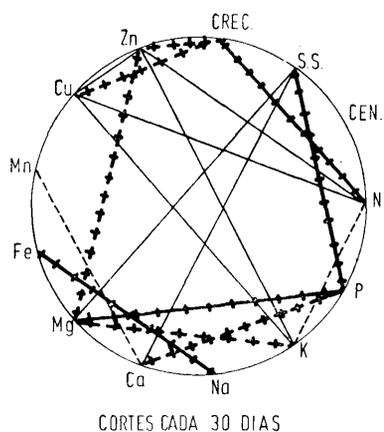


FIG. 3.—Relaciones entre bioelementos y otras variables en *Trifolium repens* para el crecimiento primario en cortes cada treinta y diez días

*Segundo año de control*

Los contenidos de N se encuentran positiva y significativamente correlacionados con los de P en las tres especies y en todas ellas el nivel de significación de la correlación es superior al 99 % (figs. 1, 2 y 3). En *M. sativa* y *T. pratense* el N se encuentra positivamente relacionado con K y Zn, mientras que en *M. sativa* y *T. repens* se obtiene correlación significativa entre los contenidos de N y los de Mn y Na, correlación que es positiva para la primera pareja y negativa para la segunda. Por último, la pareja N-Fe propor-

cional correlación positiva en *M. sativa* y el par N-Cu en *T. repens*. Las expresiones matemáticas correspondientes a estas correlaciones, así como sus representaciones gráficas, pueden verse en las figuras 4-9.

Debe notarse que únicamente la correlación existente para la pareja N-P aparece en las tres especies y que esto ocurre solamente en el segundo año.

Destaca el hecho de que, en *M. sativa*, se conservan en el segundo año del experimento todas las correlaciones encontradas en el primero, hecho que generalmente veremos repetido en esta especie al estudiar las correlaciones presentadas por el resto de los elementos y que no se da en las otras dos especies objeto de estudio. Esto podría ser debido quizá a una mayor capacidad de adaptación en *M. sativa* que alcanzaría con mayor rapidez un equilibrio nutricional que se mantendría luego estable a pesar del cambio en las condiciones de un año a otro (régimen de lluvias, temperatura, etc.). Aparecen, sin embargo, correlaciones nuevas durante el segundo año frente a dos elementos (Mn y Na) que pasan de no tener una tendencia clara durante el primer año a descender claramente con la madurez el primero y aumentar el segundo.

Como puede verse en las figuras 4 y 5 las expresiones matemáticas correspondientes a una correlación que se mantiene durante los dos años no son, ni mucho menos, idénticas y, en este sentido, cabe señalar, como norma general, el aumento que se produce en el coeficiente de regresión de la recta que expresa la correlación en el segundo año. Este aumento de pendiente durante el segundo período de control supone que, en el caso que nos ocupa, la concentración de nitrógeno disminuye más aprisa con la madurez (respecto a las variaciones que se producen en los otros elementos correlacionados con él) en el segundo año que en el primero, excepto en el caso de la correlación N-Zn, en que ocurrirá justamente lo contrario por ser aquí menor la pendiente en el segundo período.

## FÓSFORO

Los valores de la concentración de este elemento se sitúan en un intervalo que es más amplio en el segundo año para las dos especies de *Trifolium* y más estrecho para *M. sativa*. En esta última especie y en *T. pratense* los valores medios de la concentración son más altos para el segundo año, la desviación típica también es más baja para *M. sativa* y *T. repens* y un poco más alta que en el primer año para *T. pratense*. Los coeficientes de variación son siempre más bajos durante el segundo año en las tres especies. *T. repens* proporciona los valores medios más altos, tanto para el primero como para el segundo año, y *T. pratense* los más bajos. *M. sativa* da, para los dos períodos, la desviación típica más alta mientras que la más baja viene dada por *T. pratense* para el primero y *T. repens* para el segundo. El coeficiente de variación más alto en el primer año es el de *M. sativa* y en el segundo el de *T. pratense*, mientras que el más bajo, en los dos períodos, es el de *T. repens* (comparar tablas 1, 2 y 3).

Al igual que en el caso del nitrógeno, los contenidos de este elemento tienden a disminuir a medida que el desarrollo de la planta avanza, e igualmente esta tendencia es clara para las tres especies estudiadas y en los dos años de control. Además de los trabajos anteriormente citados de FLEMING y

MURPHY (6) y WHITEHEAD y JONES (18), coinciden también con estos resultados los llevados a cabo por VAN RIPER y SMITH (16) sobre las tres especies, entre otras, aquí estudiadas y por WHITEHEAD (17) sobre *M. sativa* y *T. repens*, entre otras.

#### *Primer año de control*

En *M. sativa* y *T. pratense* los contenidos de P se encuentran positiva y significativamente relacionados con los de N y Zn; en la primera especie se encontró también ese tipo de correlación para las parejas P-K y P-Fe y en la segunda para el par P-Mn. El P se correlaciona negativamente con el Na en *T. pratense* y con Ca y Mg en *T. repens* (figs. 1, 2 y 3).

#### *Segundo año de control*

En las tres especies aparece correlación positiva para la pareja P-N, como se ha indicado ya en el apartado anterior. En *M. sativa* y *T. repens* se encuentra correlación positiva para la pareja P-Mn y negativa para el par P-Na. Frente a K y Zn aparecen correlaciones positivas en las especies *M. sativa* y *T. pratense* y en esta última especie y en *T. repens* los contenidos de P están positiva y significativamente correlacionados con los de Cu, ocurriendo lo mismo con los de Fe en *M. sativa*.

En *M. sativa* se conservan durante el segundo año del experimento las cuatro correlaciones encontradas para este elemento durante el primer año, tal y como hemos visto que sucedía en el caso del nitrógeno, y también aquí se registra un aumento en el coeficiente de regresión de la recta que expresa la relación para el segundo año (respecto del que aparecía en la recta de regresión del primer año) en las correlaciones P-K y P-Fe, pero no en el caso de las relaciones P-N y P-Zn, en las que ocurre justamente lo contrario (figs. 4 y 5).

VAN RIPER y SMITH (16) y LOPER y SMITH (13) encontraron, para estas tres especies, correlación positiva y significativa entre los contenidos de P y los de K, Fe y Cu y nunca con los de Zn, lo cual, como puede verse, coincide tan sólo en parte con los resultados obtenidos aquí. Estas diferencias pueden tener su explicación en las diversas condiciones en las que se han desarrollado los experimentos: distinto suelo, fertilización, clima y estados de desarrollo seleccionados, entre otros.

#### POTASIO

Unicamente para *T. pratense* el intervalo de valores a lo largo del cual se sitúa la concentración de potasio es más amplio en el segundo año que en el primero. Los valores medios son siempre más bajos durante el segundo año para las tres especies y lo mismo ocurre con los coeficientes de variación, excepto en *T. pratense*, mientras que las desviaciones típicas son siempre más altas, salvo en *T. repens*. Esta especie proporciona los valores medios más altos para los dos años y *T. pratense* los más bajos. *M. sativa* da la desviación típica más alta del primer año y la más baja del segundo, mientras que *T. pratense* proporciona la más baja del primer año y la más alta del

segundo. De forma análoga, *T. repens* da el coeficiente de variación más elevado del primer año y el más bajo del segundo, ocurriendo lo contrario con *T. pratense* (tablas 1, 2 y 3).

Los contenidos de este elemento tienden a disminuir con la madurez en las tres especies, salvo en el primer año de control en *T. pratense* y en el segundo en *T. repens*, casos en que las evoluciones son algo más complejas y en los que, como veremos más adelante, no se registran correlaciones significativas. Las fluctuaciones encontradas para estas dos especies coinciden con los hallazgos de FLEMING y COULTER (5) y con los de WHITEHEAD y JONES (18), aunque VAN RIPER y SMITH (16) y DAVIES y cols. (3) encontraron un descenso más regular.

#### *Primer año de control*

En *T. pratense* no se registra la aparición de ninguna correlación significativa. En *M. sativa* y *T. repens* los contenidos de K están positivamente correlacionados con los de N y Zn, encontrándose también, en la primera de estas dos especies, correlación positiva para las parejas K-P y K-Mn y, en la segunda, correlación positiva entre los contenidos de K y los de Cu y negativa entre los de K y Mg.

#### *Segundo año de control*

En este caso es *T. repens* la especie en la que no se registran correlaciones significativas. En las otras dos especies se obtienen correlaciones positivas para las parejas K-N, K-P y K-Zn y negativa para el par K-Na. En *M. sativa* el K se encuentra correlacionado además, positiva y significativamente, con el Mn.

En *M. sativa* aparece nuevamente el fenómeno indicado para los dos elementos anteriores, pero en este caso el coeficiente de regresión es menor en el segundo año y, por tanto, la variación en el contenido de K es menor también, respecto a la variación que sufren los elementos relacionados con él.

LOPER y SMITH (13) encontraron que el K se correlacionaba positivamente en las tres especies con el P, como ya se ha indicado, y además con Fe y Cu, pero no con el Zn. Las diferencias son, pues, notables y sus causas pueden ser las ya apuntadas.

## SODIO

En las tres especies estudiadas se registra una ampliación del intervalo de valores de la concentración en el segundo año de control. En *M. sativa* y *T. pratense* se puede observar un descenso de los valores medios en ese período con respecto al primero y asimismo un aumento de las desviaciones típicas y los coeficientes de variación para las tres especies. Los valores medios más altos son los dados por *T. repens* en los dos años y los más bajos los de *T. pratense*. Esta última especie proporciona también las desviaciones típicas y los coeficientes de variación más altos en los dos años, mientras que *M. sativa* da la desviación típica más baja del segundo año y *T. repens* la más alta. Asimismo esta especie proporciona los coeficientes de variación más bajos en los dos períodos de control.

Parece que la tendencia del Na durante el segundo año es hacia un aumento con la edad en las tres especies, mientras que los demás elementos, en general, tienden a una disminución, de ahí la abundancia de correlaciones negativas para este elemento durante ese período (figs. 1, 2, 3, 4, 6 y 8). Durante el primer año el Na no parecía presentar una tendencia tan clara, abundando más las fluctuaciones.

#### *Primer año de control*

El Na y Fe se encuentran correlacionados positivamente en *T. pratense* y negativamente en *T. repens* (única correlación presentada en esta última especie). En *M. sativa* los contenidos de Na se encuentran correlacionados positivamente con los de Mn y negativamente con los de Ca. En *T. pratense* también existe correlación negativa para las parejas Na-P y Na-Zn.

#### *Segundo año de control*

Todas las correlaciones registradas para el Na en este caso son negativas, excepto la que aparece frente al Ca en *M. sativa* y *T. pratense*. En las tres especies aparecen correlacionados Na y Mn. Las parejas Na-N y Na-P proporcionan correlaciones significativas en *M. sativa* y *T. repens*, el par Na-K en *M. sativa* y *T. pratense*, Na-Zn en *S. sativa* y Na-Cu en *T. repens*.

Como hemos visto, en *M. sativa* siguen conservándose durante el segundo año las dos correlaciones aparecidas en el primero, aunque cambiadas de signo. Esto tiene su explicación en algo que se ha mencionado antes: el sodio no parece tener una tendencia muy clara durante el primer año, pero durante el segundo tiende a aumentar con la madurez; una evolución diferente de su concentración provoca esta diferencia de signo de un año a otro. Como puede verse en la figura 4, la pendiente sigue siendo mayor para las rectas que expresan las relaciones encontradas durante el segundo año.

#### CALCIO

En *M. sativa* y *T. repens* el intervalo de valores de la concentración es más estrecho en el segundo período de control, como puede verse en las tablas 1, 2 y 3; sin embargo, y en ese mismo período, *M. sativa* proporciona valores medios más altos, mientras que las dos especies de *Trifolium* los dan más bajos que en el año anterior. Desviaciones típicas y coeficientes de variación son siempre más bajos que en el año anterior en *M. sativa* y *T. repens*. En el primer período *T. repens* proporciona el valor medio más alto y *M. sativa* el más bajo, y en el segundo son *M. sativa* y *T. pratense* las que dan valores medios más altos y más bajos, respectivamente. Las desviaciones típicas más altas son, en los dos años, las de *M. sativa* y las más bajas las de *T. pratense* en el primer año y las de *T. repens* en el segundo. *M. sativa* da también los coeficientes de variación más altos de los dos períodos, *T. pratense* el más bajo del primer año y *T. repens* el más bajo del segundo.

Este elemento es muy variable en su comportamiento, no sigue una tendencia clara en ninguna de las tres especies. Estos resultados son coincidentes con los encontrados por VAN RIPER y SMITH (16) y por WHITEHEAD y JONES (18) para estas tres especies.

### *Primer año de control*

El calcio no está significativamente correlacionado con ninguno otro de los elementos estudiados en la especie *T. pratense*. En las otras dos aparece correlacionado positivamente con el Mg. La pareja Ca-Na proporciona correlación negativa en *M. sativa* y lo mismo ocurre en *T. pratense* con la pareja Ca-P, mientras que, en esta misma especie, el par Ca-Mn proporciona correlación positiva.

### *Segundo año de control*

En *M. sativa* y *T. pratense* los contenidos de Ca se encuentran positivamente correlacionados con los de Na, siendo esta la única correlación presentada por el Ca en la segunda de las especies citadas. La pareja Ca-Mg proporciona correlación positiva en *M. sativa* y negativa en *T. repens* y, en esta última especie, también se obtiene correlación negativa para el par Ca-Zn (todas las correlaciones citadas se han registrado, con su significación y su signo, en las figs. 1, 2 y 3; las expresiones matemáticas de las correspondientes rectas de regresión y su representación gráfica pueden encontrarse en las figs. 4-9).

Las dos correlaciones encontradas para *M. sativa* durante el primer año se conservan en el segundo, aunque con un cambio de signo en una de ellas (Ca-Na), que pasa de positiva a negativa, cosa que puede ser explicada por las variaciones que sufren las tendencias del Na de un año a otro y que ya han sido comentadas. En el caso que nos ocupa (relaciones Ca-Na y Ca-Mg) la pendiente es mayor en las rectas que expresan la relación encontrada durante el primer año, lo cual quiere decir que la misma variación en la concentración de Mg o de Na iría acompañada de una variación más importante de Ca en el primer año que en el segundo.

VAN RIPER y SMITH (16) no encontraron correlaciones significativas para este elemento en el trabajo que repetidamente venimos citando por ser uno de los pocos que, en la bibliografía consultada, se ajusta mejor al tipo de estudio que aquí se pretende realizar.

## MAGNESIO

De forma semejante a lo que ocurre en el Ca, el intervalo de valores de la concentración de Mg es más estrecho en el segundo año en *M. sativa* y en *T. repens* y más amplio en *T. pratense*. La media es más alta, en este período, para las dos primeras especies citadas y más baja para la tercera, e igualmente ocurre con las desviaciones típicas y los coeficientes de variación. En los dos años la concentración media más alta es la dada por *T. pratense* y la más baja la de *M. sativa* en el primer año y la de *T. repens* en el segundo. *M. sativa* proporciona también las desviaciones típicas y coeficientes de variación más altos para los dos períodos, mientras que *T. pratense* da la desviación típica y coeficiente de variación más bajos del primero y *T. repens* los más bajos del segundo (tablas 1, 2 y 3).

Este elemento presenta muy pocas correlaciones. Sus contenidos varían mucho con la madurez en unas especies y muy poco en otras, sin que pueda

hablarse de una tendencia clara con el avance del desarrollo salvo en *T. repens* durante el primer año del experimento, en el que el Mg tendía a aumentar, y es precisamente en este caso cuando el elemento presenta el mayor número de correlaciones.

#### *Primer año de control*

En *T. pratense* el Mg no presenta ninguna correlación significativa y en *M. sativa* la única correlación que se obtiene es la proporcionada por la pareja Mg-Ca, que es positiva, al igual que en *T. repens*, especie para la cual se registran además correlaciones negativas entre los contenidos de Mg y los de P, K y Zn.

#### *Segundo año de control*

Al igual que en el caso anterior el Mg no presenta correlaciones significativas en la especie *T. pratense*. La pareja Mg-Ca proporciona correlación negativa en *T. repens* y positiva en *M. sativa*.

Las expresiones matemáticas de todas estas correlaciones y sus representaciones gráficas pueden verse en las figuras 5, 8 y 9.

En *M. sativa*, como hemos visto, este elemento presenta una sola correlación (Mg-Ca) que aparece para los dos años y que ya ha sido comentada en el apartado dedicado al Ca.

## HIERRO

En las tres especies estudiadas puede observarse (tablas 1, 2 y 3) que el intervalo de valores de la concentración es siempre más estrecho en el segundo año de control que en el primero. Asimismo son siempre más bajos, para el segundo año, los valores medios, las desviaciones típicas y los coeficientes de variación. *T. repens* proporciona los valores medios más altos de los dos años de control y *T. pratense* los más bajos. La desviación típica más alta del primer año es la de *M. sativa* y del segundo la de *T. repens*, mientras que *T. pratense* proporciona la más baja para los dos años. *M. sativa* es la especie que da un coeficiente de variación más alto para el primer año y *T. pratense* la que lo proporciona más bajo, esta última especie da, sin embargo, el más alto del segundo año, mientras *T. repens* da el más bajo.

BEESON y McDONALD (2), estudiando los efectos de la madurez sobre los contenidos minerales en *M. sativa* y *T. repens* (entre otras especies), encontraron que los niveles de hierro aumentaban con la madurez; LOPER y SMITH (13) encontraron, por su parte, un marcado descenso. En este trabajo se confirma esta diversidad de comportamiento del hierro en las distintas especies estudiadas y únicamente en *M. sativa* se puede hablar de una cierta tendencia a disminuir con la madurez, aunque con ciertas fluctuaciones; consecuentemente con esto es en esta especie donde el hierro proporciona el mayor número de correlaciones.

#### *Primer año de control*

Los contenidos de Fe se encuentran positivamente correlacionados con los de Na en *T. pratense* y negativamente en *T. repens* (única correlación re-

gistrada para el Fe en esta especie). La pareja Fe-Zn proporciona correlación positiva en *M. sativa* y negativa en *T. pratense*. En la primera de estas especies también se encuentra correlación positiva entre los contenidos de Fe y los de N y P (figs. 1-9).

#### *Segundo año de control*

No se registran correlaciones significativas para el Fe en *T. repens*. En *T. pratense* proporciona una única correlación significativa y positiva frente al Zn y en *M. sativa* se obtienen correlaciones positivas para las parejas Fe-N, Fe-P y Fe-Cu.

De las tres correlaciones presentadas por este elemento en *M. sativa* durante el primer año se conservan para el segundo (fig. 1) y ya han sido comentadas en los apartados correspondientes, por lo cual no se vuelve a insistir aquí.

LOPER y SMITH (13) encontraron correlación positiva para la pareja Fe-P en las tres especies (no solamente para *M. sativa*, como aquí) y para Fe-K y Fe-Cu, que tampoco se obtienen aquí. Ya se han señalado las dificultades para comparar resultados de experimentos realizados a gran distancia, tanto en tiempo como en espacio, y con las consiguientes diferencias en cuanto a las condiciones en que los experimentos se realizan.

### MANGANESO

Se produce en este caso un estrechamiento del intervalo de valores de la concentración en *M. sativa*, para el segundo año, y una ampliación para las dos especies de *Trifolium*. Los valores medios sufren en las tres especies un descenso del primer al segundo año y la desviación típica y el coeficiente de variación descienden para *M. sativa* y aumentan para las dos especies de *Trifolium*. Como en el caso del Fe, *T. repens* da la concentración media más alta para los dos años, pero aquí es *M. sativa* la que proporciona la más baja en los dos periodos. *M. sativa* da la desviación típica y el coeficiente de variación más altos del primer año y los más bajos del segundo, mientras *T. pratense* da los más bajos del primero y *T. repens* los más altos del segundo.

Ocurre con este elemento algo semejante a lo dicho para el Fe, y también en este caso, de acuerdo con diversos autores y los distintos resultados hallados por ellos, las tendencias del Mn varían con las especies y también de un año a otro.

#### *Primer año de control*

La pareja Mn-Cu proporciona correlación positiva en *T. repens* y negativa en *T. pratense*; en la primera de estas especies los contenidos de Mn se hallan correlacionados, además, positivamente, con los de Ca, y en la segunda, con los de P. En *M. sativa* son las parejas Mn-K y Mn-Na las únicas que se encuentran correlacionadas, siendo positivas estas correlaciones.

### *Segundo año de control*

En las tres especies se registra correlación significativa y negativa para la pareja Mn-Na, siendo la única que se obtiene en *T. pratense* para el Mn. Los contenidos de este elemento se relacionan positivamente con los de N y P en *M. sativa* y *T. repens*. En *M. sativa* también se encuentra correlación positiva para las parejas Mn-K y Mn-Zn, y en *T. repens* para el par Mn-Cu (para ver significación de las correlaciones: figuras 1, 2 y 3; y para expresiones matemáticas y representaciones gráficas: figuras 4-9).

Nuevamente en *M. sativa* se conservan durante el segundo año del experimento aquellas correlaciones encontradas en el primero, y que han sido comentadas en los apartados correspondientes, al estudiar otros elementos.

Tampoco en este caso los resultados obtenidos son comparables a los de LOPER y SMITH (13), que encontraron correlación positiva entre Mn-Cu para las tres especies, correlación que aquí sólo se obtiene para *T. repens*.

### COBRE

En *M. sativa* y *T. repens* los intervalos de valores de la concentración son algo más amplios para el segundo año; los valores medios son más bajos para las tres especies, y las desviaciones típicas también, mientras que el coeficiente de variación es siempre más alto en el segundo período de control. Durante el primer año, en *T. pratense* se registra el valor medio más alto y durante el segundo en *T. repens*; *M. sativa* da el más bajo en los dos años. La desviación típica más alta, en los dos años, es la de *T. pratense* y la más baja la de *T. repens*, esta última especie da también el coeficiente de variación más bajo en los dos años, mientras da *M. sativa* los coeficientes más altos en los dos períodos. (Tablas I, II y III.)

Se sabe que los contenidos de este elemento descienden con la madurez en las gramíneas, pero, según los trabajos de THOMAS y cols. (15), FLEMING y MURPHY (6) y LOPER y SMITH (13), este modelo de comportamiento no es necesaria y exactamente el mismo en las leguminosas. En este caso se registra, al menos en dos ocasiones (en *M. sativa* y *T. pratense*, durante el primer año), cierta tendencia al aumento, sobre todo al final del crecimiento; en los demás casos, aunque con fluctuaciones más o menos acusadas, su tendencia parece ser hacia una disminución de los contenidos con la madurez.

### *Primer año de control*

El Cu no da ninguna correlación significativa en *M. sativa*, mientras que en *T. pratense* aparece correlacionado negativamente con el Mn (única correlación para Cu en esta especie), y en *T. repens* se registra la existencia de correlación positiva para las parejas: Cu-N, Cu-K, Cu-Mn y Cu-Zn.

### *Segundo año de control*

La pareja Cu-Fe proporciona la única correlación significativa en *M. sativa*, correlación que resulta ser positiva. Tanto en *T. pratense* como en *T. repens* la pareja Cu-P da correlación positiva; en la primera de estas especies el Cu

está también correlacionado positivamente con el Zn, y en la segunda, las parejas Cu-N y Cu-Mn dan correlación positiva, proporcionándola negativa el par Cu-Na (Figs. 1-9).

LOPER y SMITH (13) obtuvieron correlación positiva entre los contenidos de Cu y los de P para las tres especies (cosa que aquí sólo aparece en dos especies, y únicamente en el segundo año), y también para las parejas Cu-K, Cu-Fe y Cu-Mn (con las que ocurre algo semejante).

## CINC

El intervalo de valores de la concentración es más amplio en el segundo año que en el primero en *M. sativa* y en *T. pratense*, los valores medios son más altos en *M. sativa* y más bajos en las dos especies de *Trifolium*, la desviación típica es más alta para *M. sativa* y *T. pratense* y más baja para *T. repens*, e igualmente ocurre con el coeficiente de variación. En el primer año de control el valor medio más alto es el de *T. repens*, y el más bajo, el de *M. sativa*; durante el segundo año es *M. sativa* la que proporciona el valor más alto y *T. pratense* la que lo da más bajo. *T. repens* proporciona también la desviación típica más alta del primer año y la más baja del segundo, mientras *M. sativa* da la más baja del primero y la más alta del segundo. En cuanto a los coeficientes de variación, *T. repens* da, asimismo, el más alto del primer año, y *M. sativa*, el más bajo; durante el segundo, *T. pratense* y *T. repens* dan, respectivamente, el más alto y el más bajo. (Tablas I, II y III.)

En general, los contenidos de Zn parecen decrecer con la madurez, aunque esta tendencia es más acusada en unas especies que en otras y en un año que en otro. Estos resultados contrastan con los obtenidos por LOPER y SMITH (13), que registraron un aumento para las dos especies de *Trifolium*. Tanto FLEMING y MURPHY (6) como WHITEHEAD y JONES (18) encontraron pocas variaciones para este elemento a medida que la planta madura.

### *Primer año de control*

Las parejas Zn-N y Zn-K proporcionan correlaciones positivas y significativas en *M. sativa* y *T. repens*. En *M. sativa* y *T. pratense* los contenidos de Zn están positivamente correlacionados con los de P, y también positivamente con los de Fe en la primera especie y negativamente en la segunda, en la cual la pareja Zn-Na da correlación negativa. En *T. repens* el Zn está relacionado positivamente con el Cu y negativamente con el Mg.

### *Segundo año de control*

Los contenidos de Zn se encuentran negativamente correlacionados con los de Ca en *T. repens*, siendo ésta la única correlación registrada para el Zn en esta especie. En las otras dos especies, las parejas Zn-N, Zn-P y Zn-K proporcionan relaciones positivas. En *M. sativa* el Zn se correlaciona positivamente con el Mn y negativamente con el Na, y en *T. pratense* positivamente con el Fe y el Cu.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por LOPER y SMITH (13) para este elemento, que, en general, no presentaba en su trabajo correlaciones significativas en estas tres especies.

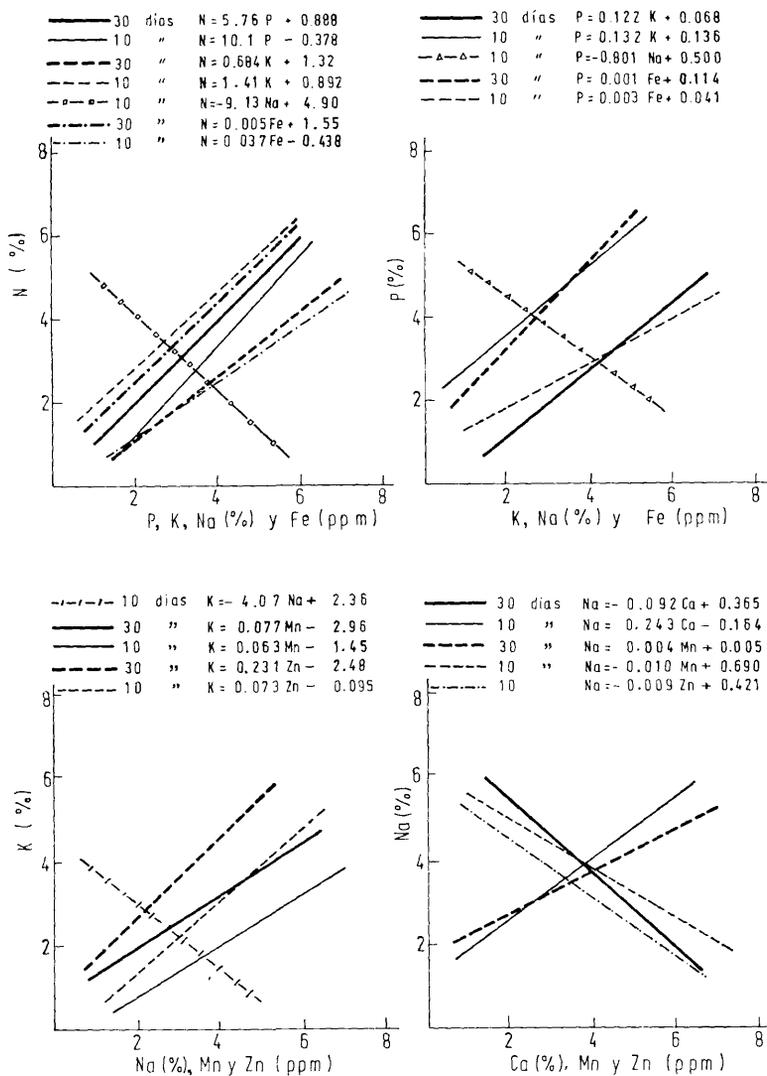


FIG. 4.—Rectas de regresión entre los contenidos de bioelementos en *Medicago sativa*

Como se ha visto, no existe una homogeneidad de comportamiento en las tres especies estudiadas, y únicamente se pueden señalar ciertos aspectos comunes a las tres: ampliación del intervalo de valores de la concentración de Na en el segundo año, valores medios de las concentraciones de Fe, Mn, Cu y K más bajos y de N más altos en ese período y la existencia de sólo dos correlaciones (N-P y Na-Mn, esta última negativa) comunes a las tres especies, en el segundo año de control.



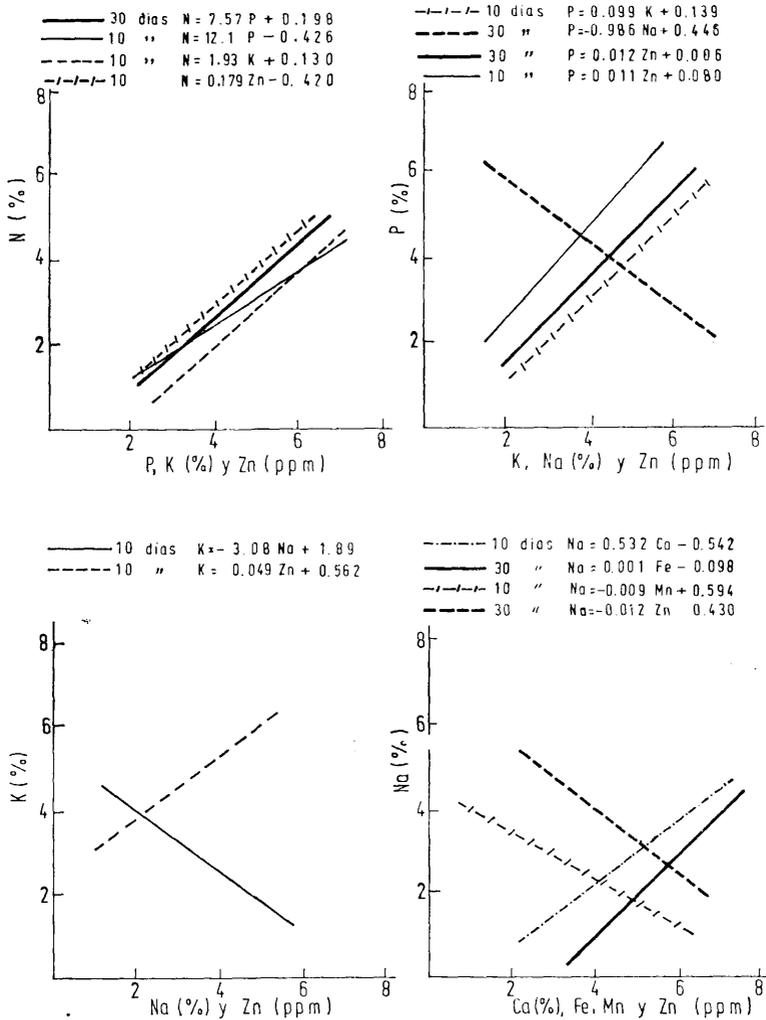


FIG. 6.—Rectas de regresión entre los contenidos de bioelementos en *Trifolium pratense*

mienzan a alcanzar un mejor equilibrio nutricional, junto con una mayor adaptación al ambiente en el que han sido colocadas. Esta falta de adaptación sería, quizá, la causa de que en el primer año la variabilidad de las concentraciones de nutrientes fuese mayor y mayor, por tanto, la dificultad de encontrar correlaciones comunes a las tres especies y a las presentadas por la misma especie durante el segundo año, fenómeno que sólo se registra en *M. sativa*, quizá debido a una más rápida adaptación de esta especie.

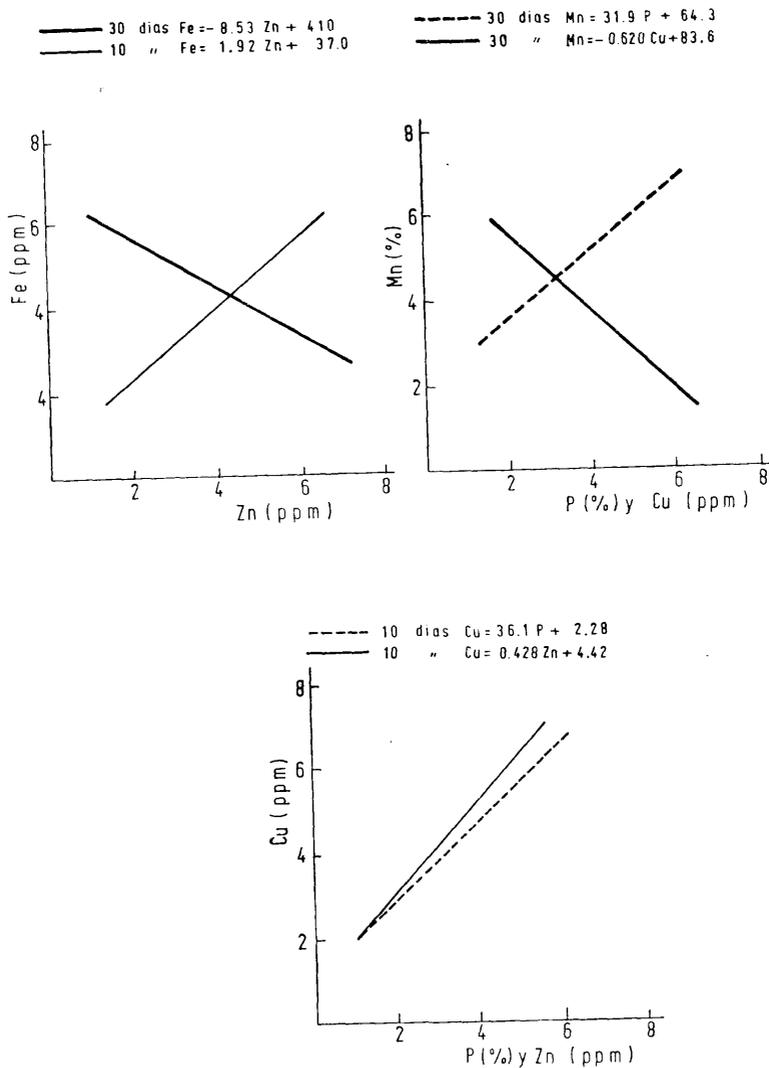


FIG. 7.—Rectas de regresión entre los contenidos de bioelementos *Trifolium pratense*

Sería especialmente útil montar experimentos destinados al estudio de las correlaciones que proporcionan los distintos elementos en cada estado de desarrollo de una especie determinada, lo cual permitiría no solamente decidir los mejores tratamientos con fertilizantes, cuando esto fuese necesario, sino también establecer cuáles son los períodos de desarrollo de la planta más adecuados para la alimentación animal.

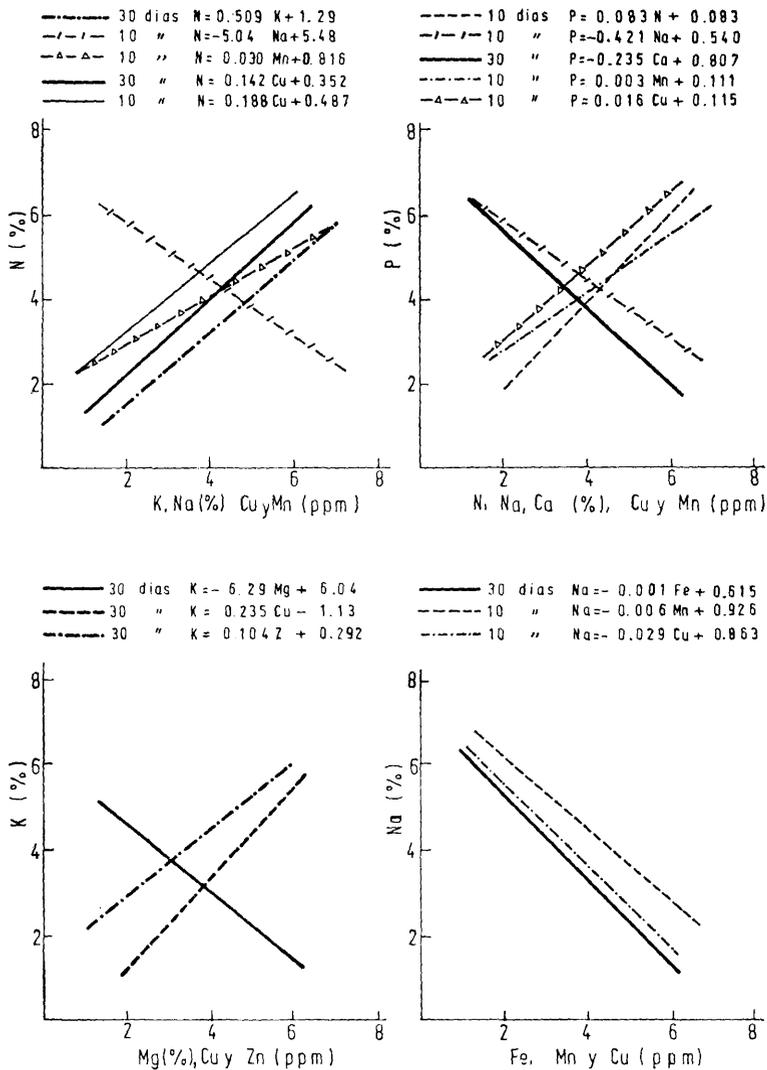


FIG. 8.—Rectas de regresión entre los contenidos de bioelementos en *Trifolium repens*

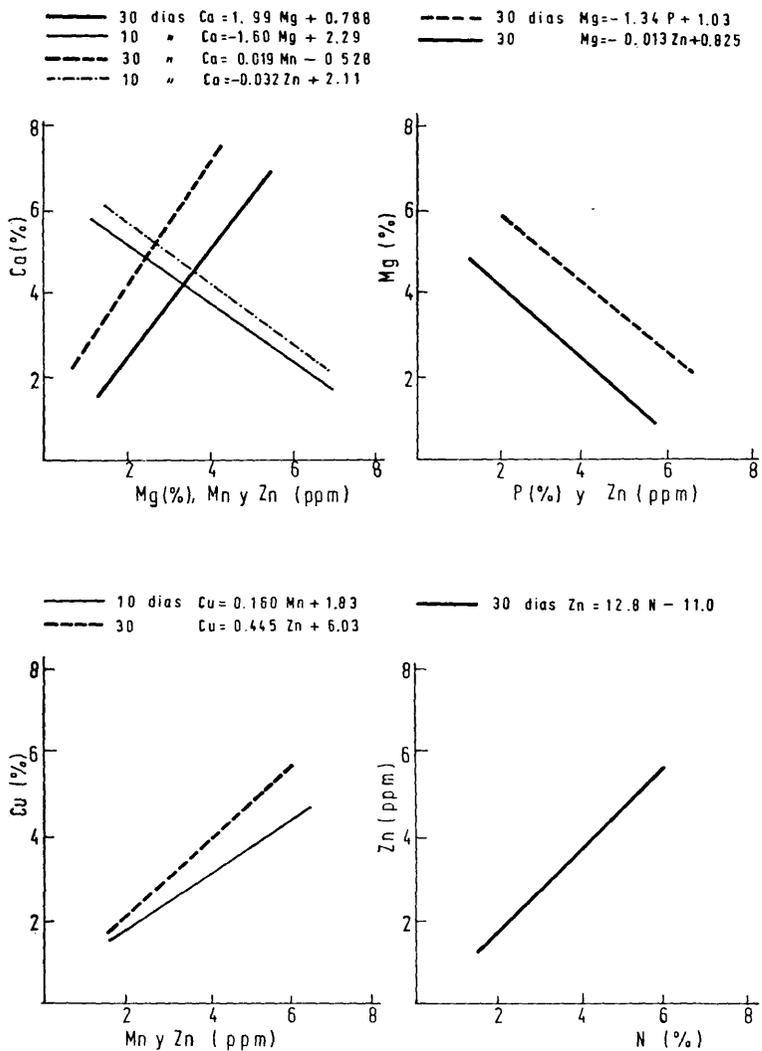


FIG. 9.—Rectas de regresión entre los contenidos de bioelementos en *Trifolium repens*

## BIBLIOGRAFIA

- (1) BATES, T.E., 1971: *Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation. A review.* Soil Sci., 112, 116-30.
- (2) BEESON, K.C., y McDONALD, H.A., 1951: *Absortion of mineral elements by forage plants.* III. *The relation of stage of growth to the microelement content of timothy and some legumes.* Agron. J., 43, 589-93.
- (3) DAVIES, W.E.; GRIFFITH, G., y ELLINGTON, A., 1966: *The assessment of herbage legume varieties.* II. *In vitro digestibility, water soluble carbohydrate, crude protein and mineral content of primary growth of clover and lucerne.* J. Agric. Sci., Cam., 66, 351-57.
- (4) DUQUE, M.F., 1971: *Determinación conjunta de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en plantas.* Anal. Edaf. Agrob., 3-4, 207-29.
- (5) FLEMING, G.A., y COULTER, B.S., 1963: Proc. 1st Reg. Conf. int. Potash Inst., Wexford, 63-70.
- (6) FLEMING, G.A., y MURPHY, W.E., 1968: *The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by season and stage of maturity.* J. Br. Grassld. Soc., 23, 174-85.
- (7) FLEMING, G.A., 1973: *Mineral composition of herbage.* Chemistry and Biochemistry of herbage. Vol. 1, pág. 529. Edit. BUTLER, G.W., y BAILEY, R. Academic Press. London and New York.
- (8) GARCÍA, C.B.; DUQUE, M.F., y GARCÍA, C.A., 1973: *Efectos de la frecuencia de corte en especies pratenses.* II. *Variación del contenido en N, P, Ca y S en Lolium perenne "V 807" y Lolium italicum "Tetrone".* Pastos, 3 (1), 127-37.
- (9) GARCÍA, C.B., y GÓMEZ, G.J.M., 1973: *Efectos de la frecuencia de corte en especies pratenses.* I. *Crecimiento y producción de Lolium perenne "V 807" y Lolium italicum "Tetrone".* Pastos, 3 (1), 115-26.
- (10) GARCÍA, C.B., y GÓMEZ, G.J.M., 1975: *Clasificación de diez especies pratenses mediante un sistema de tests de calidad.* Anal. Edaf. Agrob., 11-12, 904-15.
- (11) GARCÍA, C.B., y GARCÍA, C.A., 1976: *Evaluación de especies pratenses cultivadas en los regadíos de la cuenca media del río Tormes.* Anuario, vol. II, 1975, C.E.B.A. (C.S.I.C.), 85-104.
- (12) GARCÍA, C.B.; VALDÉS, A.A.; GARCÍA, C.A., y GÓMEZ, G.J.M., 1977: *Relations between mineral elements concentrations in herbage plants of natural communities in the semi-arid area of West Central Spain.* (Sin publicar.)
- (13) LOPER, G.M., y SMITH, D., 1961: *Changes in the micronutrient composition of herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover, and brome grass with advance in maturity.* Agric. Exp. St. Univ. Wisconsin. Res. Rep., núm. 8.
- (14) PUMPHREY, F.V., y MOORE, D.P., 1965: *Sulphur and nitrogen content of alfalfa herbage during growth.* Agron. J., 57, 237-39.
- (15) THOMAS, B.; THOMPSON, A.; OYENUGA, V.A., y ARMSTRONG, R.H., 1952: *The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity.* Emp. J. Exp. Agric., 20, 10-22.
- (16) VAN RIPER, G.E., y SMITH, D., 1959: *Changes in the chemical composition of the herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover, and brome grass with advance in maturity.* Agric. Exp. St. Univ. Wisconsin. Res. Rep., núm. 4.
- (17) WHITEHEAD, D.C., 1966: *Nutrient minerals in grassland herbage.* Mimeo. Publ., núm. 1, Commonw. Bur. Past. Forage Crops. Hurley.
- (18) WHITEHEAD, D.C., y JONES, E.C., 1969: *Nutrient elements in the herbage of white clover, red clover, lucerne and sainfoin.* J. Fd. Agric., 20, 584-91.

### CORRELATIONS BETWEEN BIOELEMENTS IN FORAGE SPECIES UNDER THE EFFECTS OF MATURITY. I. LEGUMES

#### SUMMARY

In this paper existing correlations between concentrations of N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn in three forage species (*Medicago sativa* "Europe FD-100", *Trifolium pratense* "commercial", and *Trifolium repens* "C.P.I. 19434") are studied. In these primary growth was controlled for two years taking cuts every thirty days during the first year and cuts every ten days during the second one.

Correlations range from specie to specie and also from the first year to the second for the same specie show that only *M. sativa* offers common correlations for both years. Such variability, which shows some unbalance between nutrients, prevents an agreement of the results between the different species and thus only two correlations common to the three studied species (N-P, and Na-Mn) have been found in the second controlled period. Apparently the plants get a better nutritional balance along this year together with a higher adaptation to the environment where they had been placed.