

Influencia del estado de crecimiento y ciclo de vegetación sobre la composición mineral (Ca, P, K y Mg) de la alfalfa Aragón (*M. sativa* L.)

J. TREVIÑO, G. GONZÁLEZ y M.^a TERESA HERNÁNDEZ

Instituto de Alimentación y Productividad Animal del C.S.I.C.
y Cátedra de Agricultura de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense. Madrid

RESUMEN

Durante los años 1970, 71 y 72 se han estudiado las variaciones de las proporciones de Ca, P, K y Mg del cultivar Aragón en sus diferentes ciclos de vegetación. Los resultados obtenidos muestran que, en los tres años de duración del ensayo, los niveles de P, K y Mg disminuyeron regularmente a lo largo del crecimiento y desarrollo de la planta. El Ca no mostró esta tendencia.

El ciclo de vegetación no influyó significativamente sobre aquellas proporciones, mientras que sí lo hizo el año de explotación en el caso del P y del K.

Como es bien sabido, los bioelementos, tanto macro como oligoelementos, que entran a formar parte de los vegetales desempeñan un importante papel en la conformación, productividad y salud de los animales, como ha hecho resaltar GONZÁLEZ (1967). Aunque no son fuente de energía, intervienen en los procesos biológicos que la liberan. Por otra parte, la semipermeabilidad de la membrana celular, la regulación de los procesos osmóticos e intercambio iónico, así como el equilibrio ácido-básico, dependen en gran parte de los elementos minerales o inhibidores de los sistemas enzimáticos en el metabolismo intermediario (SEEKLES, 1972).

La proporción de cada uno de los elementos minerales en las plantas varía ampliamente como consecuencia de diversos factores: especie y variedad, tipo

de suelo, estado de maduración de la planta, abonado, temperatura, humedad del suelo, etc. (GONZÁLEZ, 1967).

Con relación a la alfalfa, su composición mineral ha sido estudiada extensamente en diferentes cultivares y para distintos estados de crecimiento y desarrollo [DAVIES et. al. (1968), GUEGUEN (1962) y GUEGUEN y DEMARQUILLY (1965)]. Sin embargo, poco se ha hecho en relación con los cultivares españoles, a pesar de que algunos de ellos tienen interesantes características agronómicas y nutritivas.

Por esta razón la Cátedra y el Instituto de Alimentación y Productividad Animal han venido estudiando, desde hace varios años, el valor nutritivo de algunas alfalfas españolas [GONZÁLEZ y TREVIÑO (1972), TREVIÑO y CABALLERO (1972) y TREVIÑO y GONZÁLEZ (1972)]. En la presente comunicación presentamos los resultados sobre la composición mineral (Ca, P, K y Mg) del cultivar *Aragón*, a diferentes estados de crecimiento y desarrollo y en los distintos ciclos de vegetación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dispositivo experimental.—El ensayo se realizó sobre una parcela de 375 m.², ubicada en los terrenos de la Facultad de Veterinaria de Madrid (Puerta de Hierro), dividida en cinco subparcelas de 75 m.², sobre cada una de las cuales se dispuso el mismo diseño experimental en cuadrado latino de 5 × 5. Se utilizó una subparcela para cada ciclo de vegetación, realizándose una siega general de las restantes al terminar la serie de cortes en la utilizada.

El análisis del suelo dio el siguiente resultado: fósforo (6.480 kg./Ha. de P₂O₅), potasio (1.021 kg. de K₂O/Ha.), calcio (7.600 kg./Ha.), magnesio (1.148 kg./Ha.) y nitrógeno (0,11 %) asimilables en los 20 cm. superiores.

Recogida de muestras y técnicas analíticas.—Los períodos de recogida de muestras comprendieron en 1970 desde el 14 de abril al 5 de noviembre, en 1971 desde el 15 de abril al 4 de noviembre y en 1972 desde el 6 de abril al 9 de octubre, con una duración total de doscientos cuatro, doscientos dos y ciento ochenta y seis días, respectivamente. En el último ciclo de los tres años las plantas no alcanzaron el estado de plena floración.

Para la siega de las parcelas se siguió la siguiente pauta:

Tratamiento	Altura media (cm.)	Estado de vegetación
A	25-30	Vegetativo
B	30-40	Vegetativo
C	45-55	Gemación
D	60-70	Iniciación floración
E	70-80	Plena floración

Las muestras, inmediatamente después de recogidas, fueron desecadas en una estufa de aire forzado a 85°C durante veintidós horas.

El calcio, potasio y magnesio fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica, realizando el ataque de las cenizas con ácido clorhídrico al 25 %. El fósforo se determinó por colorimetría mediante el método del amarillo de vanadomolibdofosfórico (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas I, II, III y IV se exponen los contenidos de Ca, P, K y Mg de la alfalfa *Aragón* a cinco estados diferentes de crecimiento y desarrollo (dos vegetativos, gemación, iniciación de floración y plena floración) y en los diversos ciclos de vegetación. Los resultados corresponden a muestras tomadas durante tres años consecutivos (1970, 71 y 72). Hemos de señalar que no se pudieron determinar los datos correspondientes a la iniciación

TABLA I

PROPORCIÓN DE CALCIO (% SOBRE M.S.) DEL CULTIVAR ARAGON EN DISTINTOS ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORRESPONDIENTES A LOS DIFERENTES CICLOS DE VEGETACION

(Años 1970, 1971 y 1972)

CICLO DE VEGETACION	ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO				
	Vegetativo (A)	Vegetativo (B)	Gemación (C)	Iniciación floración (D)	Plena floración (E)
AÑO 1970					
Primero	1,75**	1,75**	1,96**	—	—
Segundo	1,59	1,49	1,35	1,49	1,62
Tercero	1,70	1,68	1,64	1,50	1,53
Cuarto	1,49	1,44	1,50	1,53	1,39
Quinto	1,56	1,52	1,78	1,71*	1,82*
MEDIAS	1,58	1,53	1,57	1,51	1,51
AÑO 1971					
Primero	1,60	1,87	1,61	1,75	1,70
Segundo	1,77	1,89	1,91	1,80	1,86
Tercero	1,95	1,98	1,92	2,05	2,23
Cuarto	1,63	1,65	1,60*	1,80*	1,78*
MEDIAS	1,74	1,85	1,81	1,86	1,93
AÑO 1972					
Primero	1,63	1,70	1,84	1,88	2,08
Segundo	1,64	1,73	1,68	1,81	1,90
Tercero	1,92	1,77	1,72	1,74	1,79
Cuarto	1,82	1,73	1,66	1,78	1,89*
MEDIAS	1,75	1,73	1,72	1,80	1,92

* Los valores que figuran corresponden simplemente a la 3.^a, 4.^a y 5.^a toma de muestras, ya que la planta no llegó al estado de floración.

** No se han tenido en cuenta estos datos al calcular las medias correspondientes debido a la gran cantidad de malas hierbas que acompañaban a las muestras de alfalfa.

Estas dos observaciones son válidas también para las otras tablas.

TABLA II

PROPORCIÓN DE FOSFORO (% SOBRE M.S.) DEL CULTIVADOR ARAGÓN
EN DISTINTOS ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORRESPONDIENTES
A LOS DIFERENTES CICLOS DE VEGETACIÓN

(Años 1970, 1971 y 1972)

CICLO DE VEGETACION	ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO				
	Vegetativo (A)	Vegetativo (B)	Gemación (C)	Iniciación floración (D)	Plena floración (E)
AÑO 1970					
Primero	0,44**	0,44**	0,40**	—	—
Segundo	0,62	0,46	0,43	0,38	0,41
Tercero	0,61	0,53	0,44	0,37	0,34
Cuarto	0,56	0,50	0,43	0,37	0,33
Quinto	0,55	0,50	0,39*	0,37*	0,32*
MEDIAS	0,58	0,50	0,43	0,37	0,35
AÑO 1971					
Primero	0,52	0,45	0,42	0,32	0,32
Segundo	0,51	0,39	0,35	0,32	0,29
Tercero	0,48	0,40	0,33	0,33	0,30
Cuarto	0,56	0,48	0,41*	0,36*	0,31*
MEDIAS	0,52	0,43	0,36	0,32	0,30
AÑO 1972					
Primero	0,51	0,45	0,35	0,28	0,27
Segundo	0,48	0,43	0,38	0,33	0,27
Tercero	0,48	0,47	0,39	0,32	0,32
Cuarto	0,45	0,42	0,35	0,29	0,27*
MEDIAS	0,48	0,44	0,36	0,30	0,29

y a la plena floración del primer ciclo del año 1970, debido a que la invasión de malas hierbas hizo aconsejable la realización de una siega general de la parcela sin esperar a la terminación del ciclo.

Calcio

La proporción de calcio de la alfalfa *Aragón* varió desde 1,58 % (media de cuatro ciclos a los 25-30 cm. de altura de la planta) a 1,51 % (media de tres ciclos en estado de plena floración) en el año 1970; desde 1,74 % (media de cuatro ciclos a 25-30 cm. de altura) a 1,93 % (media de tres ciclos en plena floración) en el año 1971 y desde 1,75 % (media de cuatro ciclos a 25-30 cm. de altura) a 1,92 % (media de tres ciclos en plena floración)

TABLA III

PROPORCIÓN DE POTASIO (% SOBRE M.S.) DEL CULTIVAR *ARAGON* EN DISTINTOS ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORRESPONDIENTES A LOS DIFERENTES CICLOS DE VEGETACION

(Años 1970, 1971 y 1972)

CICLO DE VEGETACION	ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO				
	Vegetativo (A)	Vegetativo (B)	Gemación (C)	Iniciación floración (D)	Plena floración (E)
AÑO 1970					
Primero	3,47**	3,46**	2,58**	—	—
Segundo	4,43	4,00	3,68	3,51	3,10
Tercero	3,75	3,69	3,64	3,07	3,35
Cuarto	3,58	3,50	2,92	3,51	2,92
Quinto	3,88	4,22	3,23	2,79	3,51
MEDIAS	3,91	3,85	3,40	3,36	3,12
AÑO 1971					
Primero	3,54	3,65	3,06	3,38	3,28
Segundo	3,06	2,66	2,20	3,22	3,15
Tercero	3,11	3,19	2,85	2,99	2,71
Cuarto	3,49	3,16	3,12*	3,11*	2,77*
MEDIAS	3,30	3,16	2,70	3,19	3,04
AÑO 1972					
Primero	2,95	2,69	2,64	1,84	1,91
Segundo	2,85	2,66	2,65	2,65	2,40
Tercero	3,20	2,86	2,71	2,19	2,51
Cuarto	3,00	2,62	2,51	1,86	1,70*
MEDIAS	3,00	2,71	2,63	2,13	2,27

en el año 1972. Estas diferencias de los niveles de calcio en distintos estados de crecimiento y desarrollo de la planta no tuvieron significación estadística.

La evolución del calcio en el cultivar *Aragón* no sigue, por tanto, una secuencia más o menos regular en relación con el estado de madurez de la planta, y así, en algunos ciclos, los valores más altos en dicho elemento se dan en las primeras etapas vegetativas, mientras que en otros ciclos estos valores máximos se dan en la etapa próxima a la madurez fisiológica. Esta irregularidad de la evolución del calcio, que ya ha sido señalada por otros autores para el caso general de las leguminosas [THOMAS y col. (1952), WELLS (1956), FLEMING y COUNTER (1963)], es en realidad el resultado de dos factores que a este respecto se contraponen: de una parte, la disminución de la relación hojas/tallo a medida que avanza el estado de madurez de la planta y de otra el aumento de la proporción de calcio en las hojas que también ocurre durante dicho proceso de maduración (GUEGUEN, 1962).

TABLA IV

PROPORCION DE MAGNESIO (% SOBRE M.S.) DEL CULTIVAR *ARAGON*
EN DISTINTOS ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORRESPONDIENTES
A LOS DIFERENTES CICLOS DE VEGETACION

(Años 1970, 1971 y 1972)

CICLO DE VEGETACION	ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO				
	Vegetativo (A)	Vegetativo (B)	Gemación (C)	Iniciación floración (D)	Plena floración (E)
AÑO 1970					
Primero	0,32**	0,33**	0,32**	—	—
Segundo	0,40	0,32	0,31	0,25	0,26
Tercero	0,33	0,34	0,29	0,25	0,27
Cuarto	0,31	0,32	0,30	0,28	0,25
Quinto	0,31	0,30	0,27*	0,25*	0,25*
MEDIAS	0,34	0,32	0,30	0,26	0,26
AÑO 1971					
Primero	0,30	0,28	0,30	0,28	0,30
Segundo	0,35	0,32	0,29	0,26	0,26
Tercero	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
Cuarto	0,34	0,33	0,32*	0,28*	0,25*
MEDIAS	0,33	0,32	0,31	0,29	0,29
AÑO 1972					
Primero	0,31	0,30	0,30	0,28	0,30
Segundo	0,40	0,37	0,36	0,35	0,34
Tercero	0,41	0,41	0,37	0,35	0,34
Cuarto	0,40	0,38	0,34	0,32	0,28*
MEDIAS	0,38	0,36	0,34	0,32	0,32

La influencia del ciclo de vegetación sobre las proporciones de calcio no fue significativa en ninguno de los tres años de duración del ensayo, aunque hemos de indicar que los valores más elevados coinciden siempre con las muestras correspondientes al tercer ciclo. Si tenemos en cuenta que dicho ciclo se desarrolló en el período agosto-septiembre, quizá podríamos fundamentar la explicación de este hecho en las afirmaciones de WHITEHEAD (1966) de que en general, aunque más en el caso de las gramíneas que de las leguminosas, las cifras de calcio tienden a alcanzar un máximo en la época de final de verano.

Por lo que respecta al año de explotación este factor tampoco determinó variaciones significativas de las proporciones de calcio en los distintos estados de crecimiento y desarrollo considerados, si bien los resultados medios de todos los ciclos para cada uno de dichos estados fueron más bajos en el primer año (1970) que en los otros dos años del ensayo (1971 y 72).

Fósforo

En todos los ciclos correspondientes a los tres años del ensayo la proporción de fósforos disminuyó de forma continua y significativa ($P < 0,01$) desde las primeras etapas del crecimiento vegetativo hasta el estado de plena floración.

El contenido de fósforo varió, en el año 1970, desde 0,56 % a 0,35 %; en el año 1971, desde 0,52 % a 0,30 %, y, en el año 1972, desde 0,46 % a 0,29 %. Estos valores suponen unos porcentajes medios de variación entre los dos estados extremos de vegetación considerados (25-30 cm. de altura de la planta y estado de plena floración), del 39,6 %, 43,3 % y 39,5 % para cada uno de aquellos años.

Esta evolución decreciente con la edad de la planta del nivel de fósforo en el cultivar *Aragón* es similar a la encontrada por diversos autores para otros cultivares [GUEGUEN (1962), GUEGUEN y DEMARQUILLY (1965), DAVIES y col. (1968)] y, en general, es propia de prácticamente todas las especies pratenses, FLEMING y COUNTER (1963).

Dentro de cada uno de los años, el ciclo de vegetación no influyó significativamente sobre la proporción de fósforo en los distintos estados de madurez de la planta. Los resultados bastante más bajos correspondientes a los estados vegetativos del primer ciclo del año 1970, pueden atribuirse al grado de contaminación que tenían las muestras como consecuencia de la invasión considerable de las parcelas por malas hierbas, y que, como ya dijimos anteriormente, hizo aconsejable la realización de una siega general para la eliminación de aquellas.

Por el contrario, la influencia del año de explotación sí tuvo un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre los niveles de fósforo, siendo dichos niveles más elevados, tanto en los estados vegetativos como en los de desarrollo en el primer año del ensayo (1970), que en los dos restantes (1971 y 72). Este efecto del año de explotación ha sido también comprobado por diversos investigadores, DAVIES y col. (1968).

Potasio

Los niveles de potasio evolucionaron de forma decreciente y significativa ($P < 0,05$) con la madurez de la planta, hecho que coincide con los resultados obtenidos para otros cultivares de alfalfa, GUEGUEN (1962), DAVIES y col. (1968). En el primer año del ensayo los valores medios entre los estados extremos de vegetación considerados (25-30 cm. de altura de la planta y plena floración) fueron de 3,91 % a 3,12 %; en el segundo año, de 3,30 % a 3,04 %, y en el tercer año, de 3,00 % a 2,27 %. Estas diferencias suponen unos porcentajes medios de variación del 20,2 %, 7,9 % y 24,3 % en cada uno de dichos años.

El ciclo de vegetación no tuvo efecto significativo sobre las proporciones de potasio, existiendo valores extremos para los diferentes estados indistintamente en unos u otros ciclos. Sin embargo, el año de explotación sí influyó significativamente ($P < 0,05$) sobre aquellas proporciones y, así, los porcentajes medios de potasio para cada uno de los estados de crecimiento

y desarrollo disminuyó con el transcurso de los años, siendo los resultados más elevados en el primer año que en el segundo y, a su vez, en éste que en el tercero.

Magnesio

El contenido en magnesio de la alfalfa *Aragón* tuvo una evolución, en cierto modo, bastante semejante a la del fósforo y del potasio, es decir, un decrecimiento paulatino entre las primeras etapas vegetativas y el estado de plena floración. En el año 1970 la variación media fue de 0,34 % a 0,26 %; en 1971, de 0,33 % a 0,29 %, y en 1972, de 0,38 % a 0,32 %. Estas diferencias encontradas entre los distintos estados de vegetación fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Por lo que respecta al ciclo de vegetación y al año de explotación, ninguno de estos dos factores determinaron variaciones significativas de los niveles de magnesio, aunque las cifras fueron, en general, más altas en el tercer año que en los dos primeros.

BIBLIOGRAFIA

- (1) DAVIES, W.E.; THOMAS, T.A., and YOUNG, N.R., 1968: *The assessment of herbage legume varieties. 3. Annual variation in chemical composition of eight varieties.* J. Agric. Sci., 71, 233.
- (2) DUQUE MACÍAS, F., 1971: *Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas.* Anales de Edafol. y Agrobiol., 30, 207.
- (3) GONZÁLEZ, G., 1967: *El suelo y la ganadería.* Anales de Edafol. y Agrobiol., 26, 879.
- (4) GONZÁLEZ, G., y TREVIÑO, J., 1972: *Variaciones de la proporción de proteína bruta y de proteína digestible del cultivar Aragón (M. sativa L.) en sus ciclos de vegetación.* Rev. Pastos, 2, 249.
- (5) GUEGUEN, L., 1962: *Composition minerale de l'herbe.* Fourrages, 11, 53.
- (6) GUEGUEN, L., et DEMARQUILLY, C., 1965: *Influence du cycle de végétation et du stade de croissance sur la valeur minerale de quelques plants fourragers pour le mouton adulte.* Fourrages, 22, 48.
- (7) FLEMING, G.A., and COULTER, B.S., 1963: *Mineral elements in pasture plants.* Proc. 1st. Reg. Conf. Int. Potash Inst., Wexford (Ireland), 63.
- (8) SEEKLES, L., 1972: *Dietary imbalance of major and trace elements in animal production, with special reference to fecundity.* II Congreso Mundial de Alimentación Animal. Madrid, 1, 777.
- (9) THOMAS, B.; THOMPSON, A.; OYENUGA, V.A., and ARMSTRONG, R.H., 1952: *The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity.* Emp. J. Exp. Agric., 20, 10.
- (10) TREVIÑO, J., y CABALLERO, R., 1972: *Estudio comparado de la fracción fibra y de la digestibilidad de distintos cultivares de alfalfa (M. sativa L.).* Rev. Pastos, 2, 243.
- (11) TREVIÑO, J., y GONZÁLEZ, G., 1972: *Variaciones de la proporción y composición de la fracción fibra de la alfalfa Aragón en sus diferentes ciclos de crecimiento.* Rev. Pastos, 2, 86.
- (12) WELLS, N., 1956: *Soil studies using sweet vernal to assess element availability.* N.Z.J. Sci. Technol. Sect., B 37, 473.
- (13) WHITEHEAD, D. C., 1966: *Nutrient minerals in grassland herbage.* Publication n.º 1. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Hurley, Berkshire.

THE INFLUENCE OF GROWTH STAGE AND VEGETATION CYCLE ON MINERAL COMPOSITION
(Ca, P, K and Mg) OF ARAGON LUCERNE (*Medicago sativa* L.)

SUMMARY

During the years 1970, 71 and 72 variations of calcium, phosphorus, potassium and magnesium levels in Aragon lucerne at different stages of growth and vegetation cycles have been studied.

On dry matter basis, P, K and Mg contents decreased as the maturity of the plant advanced ($P < 0,05$). Calcium levels did not show this pattern.

Differences in mineral content of samples from different vegetation cycles were not statistically significant. However, there were significant variations ($P < 0,05$) on P and K contents from one year to another.