

# Variaciones de la proporción de proteína bruta y de proteína digestible del cultivar Aragón (*Medicago sativa* L.) en sus diferentes ciclos de vegetación

GASPAR GONZÁLEZ y JESÚS TREVIÑO

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

## RESUMEN

*Durante los años 1970 y 1971 se han estudiado las variaciones de la proporción de proteína bruta y digestible del cultivar Aragón en sus diferentes ciclos de vegetación. Los resultados obtenidos muestran que en todos los ciclos las proporciones de proteína digestible disminuyeron regularmente a lo largo del crecimiento y desarrollo de la planta, desde 29 a 17,1 %, en 1970, y desde 30,6 a 17,3 %, en 1971, la primera, y desde 24,1 a 12,8 % y 25,6 a 13 %, respectivamente, la segunda. Asimismo, el ciclo de vegetación influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) sobre aquellas proporciones, correspondiendo los valores más elevados al último ciclo de los dos años considerados.*

El valor alimenticio de la alfalfa, como el de cualquier especie forrajera, depende esencialmente de tres variables: del nivel de ingestión o cantidad de materia seca que el animal ingiere voluntariamente, de la proporción de energía y de principios nutritivos digestibles (principalmente proteína y minerales) por unidad de peso y, finalmente, del grado de eficacia en la utilización de los principios nutritivos consumidos y digeridos (8).

Sin embargo, el valor nutritivo de la alfalfa no es constante, sino que varía a lo largo de sus ciclos de crecimiento y desarrollo durante los años que se mantiene en explotación, como consecuencia de las modificaciones que experimentan aquellos parámetros. Y así se sabe que la fibra, la celulosa y la lignina aumentan, mientras que la proteína, los azúcares y

la digestibilidad de la materia seca disminuyen a medida que avanza el estado de madurez fisiológica de la planta (4). Se sabe asimismo que las variaciones de composición y de digestibilidad son características específicas y aun varietales (8), es decir, cada especie o cada variedad muestra, por ejemplo, una forma típica de disminuir la digestibilidad con la edad.

Como quiera que el conocimiento de esta última característica es de particular importancia a la hora de decidir el momento en que se debe realizar la siega o el pastoreo, como contribución al mejor conocimiento y uso más racional de los cultivares españoles de alfalfa y dentro del plan general de trabajo que realiza la Cátedra de Agricultura de la Facultad de Veterinaria de Madrid en colaboración con el Instituto de Alimentación y Productividad Animal del C.S.I.C. (9), conducente a determinar las variaciones de la composición química y de la digestibilidad de los cultivares de alfalfa, más difundidos en nuestro país, se presentan aquí los resultados obtenidos sobre las variaciones de las proporciones de proteína bruta y digestible en los diferentes ciclos de vegetación de la alfalfa *Aragón*.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

*Dispositivo experimental.*—El ensayo se realizó sobre una parcela de 450 m<sup>2</sup>, ubicada en los terrenos de la Facultad de Veterinaria de Madrid (Puerta de Hierro), dividida en seis subparcelas de 75 m<sup>2</sup>, 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.

*Recogida de muestras y técnicas analíticas.*—Los períodos de recogida de muestras comprendieron en 1970 desde el 14 de abril al 5 de noviembre, y en 1971, desde el 15 de abril al 4 de noviembre, con una duración total de doscientos cuatro y doscientos dos días y completando cinco y cuatro ciclos de vegetación, respectivamente, si bien en el último de ambos años la planta no alcanzó el estado de floración. Para la siega de los cuadrados se siguió la siguiente pauta:

Tratamiento	Altura aproximada	Estado de desarrollo
A	20-25 cm.	Antes de la gemación
B	30-40 »	Antes de la gemación
C	45-55 »	Iniciación gemación
D	60-70 »	Iniciación floración
E	70-80 »	Plena floración

En cada muestra, inmediatamente después de recogida, se determinó sustancia seca en estufa de desecación de aire forzado o una temperatura de 85° C durante veinticuatro horas, proteína bruta mediante la técnica de Kjeldahl y proteína bruta digestible utilizando la siguiente ecuación de regresión, cuyo valor para predecir la digestibilidad de la alfalfa ha sido comprobado por DEMARQUILLY (2) y JARRIGE (6):

Proteína bruta digestible = 0,947 × proteína bruta (g/kg) — 33,58 ± 3,60.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro y gráfico 1 se exponen los resultados de proteína (bruta y digestible) obtenidos en cada uno de los ciclos de vegetación correspondientes a los años 1970 y 71. Hemos de indicar que no se pudieron determinar los datos correspondientes a la iniciación 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.

### CUADRO I

Proporción de proteína bruta y digestible (% de s.s.) del cultivar Aragón (*Medicago sativa* L.) en distintos estados de crecimiento y desarrollo correspondientes a diferentes ciclos de vegetación (años 1970 y 1971)

AÑO 1970						
Ciclo de crecimiento	Estado vegetativo	Antes gemación 20 cm.	Antes gemación 30 cm.	Iniciación gemación	Iniciación floración	Plena floración
Primer ciclo	P. B.	25,7 **	20,9 **	20,4 **	—	—
	P. D.	21,0 **	16,4 **	15,7 **	—	—
Segundo ciclo	P. B.	28,8	25,1	20,7	17,2	16,7
	P. D.	23,9	20,4	16,2	12,9	12,4
Tercer ciclo	P. B.	28,1	27,4	22,3	19,5	17,6
	P. D.	23,2	22,6	17,8	15,1	13,3
Cuarto ciclo	P. B.	28,3	27,0	22,7	19,5	17,0
	P. D.	23,4	22,2	18,1	15,1	12,7
Quinto ciclo	P. B.	30,8	28,4	24,3 *	21,5 *	21,4 *
	P. D.	25,8	23,5	19,6 *	17,0 *	16,9 *
Medias	P. B.	29,0	27,0	22,5	18,7	17,1
	P. D.	24,1	22,2	17,9	15,0	12,8
AÑO 1971						
Primer ciclo	P. B.	31,8	27,2	23,2	18,5	17,3
	P. D.	26,7	22,4	18,6	14,2	13,0
Segundo ciclo	P. B.	29,5	23,6	20,5	18,6	16,7
	P. D.	24,6	19,0	16,0	14,2	12,4
Tercer ciclo	P. B.	28,7	25,7	22,1	20,1	18,0
	P. D.	23,8	21,0	17,6	15,7	13,7
Cuarto ciclo	P. B.	32,3	28,8	24,1 *	21,2 *	18,7 *
	P. D.	27,2	23,9	19,5 *	16,7 *	14,3 *
Medias	P. B.	30,6	26,3	22,5	19,1	17,3
	P. D.	25,6	21,6	17,9	15,4	13,0

\* Los valores que figuran corresponden simplemente a la tercera, cuarta y quinta toma de muestras, ya que en el último ciclo 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.

*Influencia del estado de crecimiento y desarrollo.*—En todos los ciclos correspondientes a los dos años considerados, las proporciones de proteína bruta y proteína digestible disminuyeron de forma continua y significativa ( $P < 0,01$ ) desde las primeras etapas de crecimiento vegetativo hasta el estado de plena floración.

La proporción de proteína bruta varió en el año 1970 desde un máximo de 29,0 % (media de cuatro ciclos a los 20-25 cm. de altura) hasta un mínimo de 17,1 % (media de cuatro ciclos en plena floración), y en el año 1971, desde un máximo de 30,6 % (media de los cuatro ciclos a 2-25 cm. de altura) y el 17,3 % (media de los cuatro ciclos en plena floración). La proteína bruta digestible varió entre el 24,1 % y el 12,8 % y entre el 25,6 % y el 13,0 % para cada uno de los dos años, ciclos y momentos de corte anteriormente citados. Dichas variaciones suponen unos porcentajes medios de variación, entre los dos estados de vegetación extremos considerados, del 41 % y 43 % para la proteína bruta y del 47 % y 49 % para la proteína bruta digestible. Es también interesante hacer resaltar que la disminución máxima de las proporciones de una y otra tuvo lugar, en los dos años, entre la etapa vegetativa de 30-40 cm. de altura y la etapa de iniciación de la gemación, en que la proteína bruta pasó de 27,0 % a 22,5 % en 1970, y de 26,3 % a 22,5 % en 1971; mientras que la proteína bruta digestible descende desde 22,2 % a 17,9 % en 1970 y de sólo 21,6 % a 17,9 % en 1971.

Esta evolución de las proporciones de proteína bruta y digestible en el cultivar *Aragón*, en sus diferentes ciclos de vegetación, bastante similar a la encontrada en otros países y para otros cultivares de alfalfa (1, 2, 3), es una consecuencia de los fenómenos bien estudiados. En primer lugar hay que considerar el efecto aditivo de los hechos que concurren a medida que la planta avanza hacia su estado de madurez fisiológica: de una parte, aumenta la proporción de tallos, que es la fracción más pobre en materias nitrogenadas, y disminuye la de hojas, la fracción más rica en proteína bruta en relación con el total de la planta; de otra, la proporción de proteína bruta en los tallos disminuye de forma regular y paulatina (2, 10).

En segundo lugar, la disminución más acentuada de la digestibilidad —las cifras de proteína digestible disminuyen en los dos años más acusadamente que las de proteína bruta— puede atribuirse asimismo al referido incremento de los tallos, con sus células más protegidas por lignina y sustancias pécticas.

Es decir, que las diferencias de la composición química entre las hojas y los tallos, las modificaciones de la composición química que experimentan estas últimas y las variaciones de la relación hojas/tallos son las que, en conjunto, determinan la evolución de la proteína bruta y digestible de la alfalfa en sus diferentes ciclos de vegetación.

*Influencia del ciclo de vegetación.*—El ciclo de vegetación influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) sobre las proporciones de proteína bruta y digestible en los distintos estados de crecimiento y desarrollo del cultivar *Aragón*. Y así, dichas proporciones fueron más elevadas, en los dos años, en el último ciclo (5.º de 1970 y 4.º de 1971) que en los restantes ciclos (30,8 %-21,4 % y 32,3 %-18,7 % para la proteína bruta; 25,8 %-16,9 %

y 27,2 %-14,3 % para la proteína bruta digestible); por otra parte, es también interesante hacer notar que, en este último ciclo, la evolución decreciente de los niveles de proteína, bruta y digestible, a partir del estado de 45-55 cm. de altura de la planta fue menos acusada que en los demás ciclos. Este último hecho, como es lógico, es debido a la progresiva disminución de la actividad fisiológica en la época del año en que tiene lugar este ciclo, consecuencia de la progresiva disminución de la longitud del día y de las temperaturas medias diarias, hasta que se llega a una paralización del desarrollo y del crecimiento de la planta.

Entre otros ciclos de vegetación las diferencias son menos manifiestas; únicamente en el caso del segundo ciclo las proporciones de proteína bruta y digestible fueron inferiores (significativas para  $P < 0,05$ ) a las de los restantes: tercero y cuarto ciclos de 1970 y primero y tercer ciclos de 1971. De todas formas, esta influencia del ciclo de vegetación sobre la evolución de la proteína pensamos que quedará más aclarada cuando dispongamos de los datos analíticos correspondientes al tercer año del ensayo, lo cual nos permitiría a su vez determinar la influencia del año de explotación.

Podemos concluir, por tanto, de los resultados obtenidos del estudio de las variaciones de las proporciones de proteína, bruta y digestible, del cultivar *Aragón* en sus diferentes ciclos de vegetación, que en todos los ciclos de los años considerados las oscilaciones de la proteína bruta (29,0 % a 17,1 % en 1970 y 30,6 % a 17,3 % en 1971) y de la proteína bruta digestible (24,1 % a 12,8 % y 25,6 % a 13,0 %) muestran una disminución de forma continua y regular desde las primeras etapas del crecimiento vegetativo (20-25 cm. de altura de la planta) hasta el estado de plena floración. Asimismo, que el ciclo de vegetación influyó significativamente ( $P < 0,01$ ) sobre aquellas proporciones, correspondiendo siempre los valores más elevados al último ciclo de los dos años considerados.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) DEMARLY, Y., 1967: *La mejora genética de la alfalfa*. Primeras Jornadas Nacionales sobre la alfalfa. Zaragoza.
- (2) DEMARQUILLY, C., 1966: *Valeur alimentaire de la luzerne*. Fourrages núm. 26, 12-33.
- (3) DENT, J. W., 1955: *Seasonal yield and composition of lucerne in relation to time of spring cutting*. J. Brit. Grass. Soc., 10, núm. 4, 330-40.
- (4) FAUCONNEAU, G., et JARRIGE, R., 1957: *Composition chimique et valeur nutritive de l'herbe*. Bull. Tech. Inform. núm. 118, 173-214.
- (5) JARRIGE, R., 1954: *Nature and importance of soluble glucides in the growth to fodder plants*. Comunicación núm. 224. Conference Européenne des Herbages. Paris.
- (6) JARRIGE, R., 1969: *Methodes de prevision de la valeur alimentaire des fourrages*. Fourrages, núm. 42, 89-108.
- (7) PLANQUAERT, Ph., 1970: *Etude de quelques varietes de luzerne*. Institut. Technique des Cereales et des Fourrages. Paris.
- (8) RAYMOND, W. F., 1969: *The nutritive value of forrage crops*. Adv. Agronomy, vol. 21, pp. 1-108. Academic Press Inc. N. Y.

(9) TREVIÑO, J., y GONZÁLEZ, G., 1971: *Variaciones de la proporción de la fracción fibra de la alfalfa Aragón en sus diferentes ciclos de crecimiento*. Pastos, vol. 2 (1).

(10) WOODMAN, M. E., y EVANS, R. E., 1935: *Nutritive value of lucerne. Pt. IV. The leaf-stem ratio*. J. Agr. Sci., vol. 25: 578-597.

THE INFLUENCE OF STAGES OF GROWTH AND CICLES OF VEGETATION ON THE CRUDE AND DIGESTIBLE PROTEIN CONTENTS OF LUCERNE ARAGÓN CULTIVAR (MEDICAGO SATIVA L.)

#### S U M M A R Y

During the years 1970 and 1971 variations of crude and digestible protein contents of lucerne *Aragón* cultivar at different stages of growth and vegetation cycles have been studied. Digestible protein have been estimated applying the regression equation of Demarquilly.

Dry matter basis, crude protein regularly decreased from 29,0 % to 17,1 % in 1970 and from 30,6 % to 17,3 % in 1971 in all the cycles studied as the maturity of the plant advanced. The digestible protein decreased from 24,1 % to 12,8 % and from 25,6 % to 13,0 % respectively.

The crude and digestible protein contents of samples taken at the same stage of growth varied with the cycles ( $P < 0,01$ ), the percentage being the highest in the last cycles of the two years.