

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y PROTEÍNA BRUTA DE LA ALFALFA EN FUNCIÓN DEL CALENDARIO DE SIEGA EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO

I. DELGADO¹, F. MUÑOZ¹ Y D. ANDUEZA²

¹CITA de Aragón. Avda. Montañana 930. 50059 Zaragoza (España). ²INRA. URH. 63122 Saint Genes Champanelle (Francia)

RESUMEN

Se estudiaron 16 calendarios de recolección del forraje de un cultivo de alfalfa en regadío, variando la fecha de la realización de los cortes primero, segundo, quinto y sexto. Los resultados muestran que la producción media de materia seca fue de 16 072 kg ha⁻¹, siendo la producción máxima y mínima, 16 785 kg ha⁻¹ y 14 680 kg ha⁻¹, respectivamente, según los calendarios de siega. Las producciones más elevadas se obtuvieron practicando los manejos que más se aproximaban al tradicional, es decir, realizando el primer el corte cuando el nuevo rebrote alcanza los 5 cm, los cortes 2º, 3º 4º y 5º con el 10% de los tallos floridos y el 6º corte a mediados de noviembre. La producción anual media de proteína bruta fue de 3518 kg ha⁻¹ y la máxima y mínima, 3726 y 3242 kg ha⁻¹ respectivamente. Los mejores calendarios de producción de proteína bruta fueron coincidentes con los de materia seca. El porcentaje medio anual de proteína bruta fue de 22,00%.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., materia seca, calidad, estado fenológico, regadío.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es el segundo cultivo forrajero en España en superficie ocupada y el primero en producción cosechada. Durante 2006, se cultivaron unas 254 000 ha con una producción de 13 000 000 toneladas de forraje verde (MAPA, 2008). De ellas, el 73 % de la superficie cultivada fue en regadío y 95 % del total se cosechó. La principal zona productora de alfalfa es el nordeste de España que integra el valle del Ebro, acogiendo el 59 % de la superficie nacional y el 69 % de la producción (MAPA, 2008).

La alfalfa es, también, un pilar básico de la industria transformadora de forrajes en España. Esta industria se abastece de la alfalfa producida en unas 181 000 ha, de las cuales el 76% están situadas en el valle del Ebro. Actualmente, España es el líder en la Unión Europea en industrialización de la alfalfa, con una producción cercana a

los dos millones de toneladas anuales de alfalfa deshidratada (Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa, comunicación personal).

Cuando la alfalfa se aprovecha mediante siega, el estudio de la frecuencia de corte ha sido un trabajo básico en el manejo del alfalfar, obteniéndose diversas valoraciones sobre el rendimiento, calidad del forraje y persistencia del cultivo al variar el calendario de aprovechamientos. Sheaffer *et al.* (1988) resumieron los criterios seguidos por diferentes autores para la explotación de un alfalfar: siega en estados fenológicos previamente determinados; siega en fechas regulares fijadas de antemano y siega a partir de la aparición de renuevos en la corona. Sus resultados llevaron a la conclusión de que con el primer criterio se obtenían valores óptimos de la combinación de los factores producción y calidad del forraje; con el segundo se facilitaba la organización de la explotación, sobre todo cuando el aprovechamiento se industrializa; y el tercero garantizaba la persistencia del alfalfar.

Smith (1972) popularizó entre los productores el criterio de utilizar el estado “10% de tallos floridos”, como indicador para optimizar la producción y calidad del forraje en cada corte. Ahora bien, cuando se sigue este criterio en el Valle Medio del Ebro, Delgado *et al.* (2003) observaron cierta dificultad y arbitrariedad para decidir el momento de la siega, ya que el cultivar ‘Aragón’, el más utilizado, no florece en abril y octubre (coincidiendo normalmente con el primero y sexto cortes); alarga la floración en mayo y septiembre (segundo y quinto cortes), por lo que la consecución del estado “10% de tallos floridos” se prolonga en el tiempo, optando los agricultores por realizar la siega al inicio de la floración; en cambio, en julio y agosto (tercero y cuarto cortes), el proceso de la floración se acelera, pasando el alfalfar del 10 al 100% en pocos días y el corte se realiza en cualquiera de los estados.

En lo que respecta a la fecha del último corte en otoño, Sheaffer *et al.* (1988) indicaron que cuando se cosechaba la alfalfa durante el ‘período crítico’, es decir, dentro de las 4-6 semanas antes de la primera helada de otoño en zonas frías, podía dañarse apreciablemente el alfalfar, disminuyendo con ello la producción de la primavera siguiente y posiblemente la persistencia del cultivo, ya que se reducía la capacidad de almacenamiento otoñal de los carbohidratos y proteínas de las raíces y, con ello, las posibilidades del rebrote primaveral. En nuestras condiciones, se apreció que el efecto del último corte de otoño o el pastoreo en otoño-invierno podía reducir ligeramente la producción del primer corte en la primavera del año siguiente, pero que no afectaba a la producción anual ni a su persistencia (Lloveras *et al.*, 1998; Chocarro *et al.*, 2001; Delgado *et al.*, 2004).

Con el fin de determinar el calendario de siega más acorde para lograr la producción óptima de forraje y proteína bruta en el Valle Medio del Ebro, se ha llevado a cabo un estudio combinando diversos criterios para decidir el momento del corte.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en una parcela regada por inundación en Zaragoza, durante el periodo 2003-2006. La temperatura media anual del periodo de ensayos fue de 14,8 °C y las extremas de las temperaturas medias mensuales, -2,1 °C en diciembre de 2005, y 34,5 °C en julio de 2006, destacando la mínima diaria absoluta de -10,3 °C en marzo de 2005; la precipitación media anual osciló entre 250 y 459,9 mm. La parcela se situó en un suelo aluvial no salino, de textura franca, pH al agua (1:2,5) 8,20 y fertilidad media.

La siembra se realizó el 19 de septiembre de 2002, utilizando el cv. 'Aragón' a la dosis de siembra de 30 kg ha⁻¹. Como abonado de fondo se aportaron 600 kg ha⁻¹ de complejo 8-24-8 y 500 kg ha⁻¹ en invierno en los años siguientes. La parcela se regó por inundación con una frecuencia mínima de 12 días en los meses estivales.

Se evaluaron 16 calendarios anuales de recolección del forraje, diferenciando el momento de la realización de los cortes primero, segundo y quinto en función del estado fenológico, y del sexto según la fecha otoñal. Para ello, se realizaron todas las combinaciones posibles, utilizando para el primer corte los siguientes criterios: a) iniciando el nuevo rebrote desde la corona y b) nuevo rebrote a 5 cm de altura; segundo corte: a) 1% de los tallos floridos y b) 10% de los tallos floridos; tercer y cuarto cortes de verano efectuados en el momento que se estime oportuno, a partir del estadio 10% de tallos floridos; quinto corte: a) 1% de los tallos floridos y b) 10% de los tallos floridos, y sexto corte: a) última decena de octubre y b) segunda decena de noviembre (Tabla 1).

Las evaluaciones realizadas fueron la producción de materia seca (MS) y el porcentaje de proteína bruta (PB) de la MS del forraje en seis cortes por año, y la persistencia de las plantas al final del experimento. Para ello, cada parcela elemental se segó con una barra de siega dejando un rastrojo de 3 cm; una muestra de 0,5 m² se recogió y se secó para la determinación de la materia seca en estufa ventilada hasta peso constante; parte de esta muestra se destinó a la determinación del contenido en PB según las normas AOAC (1990); la persistencia se evaluó mediante el arranque y conteo de las plantas presentes en 0,5 m² por parcela elemental. El diseño estadístico fue en bloques al azar con tres repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 10 m² (2 x 5 m). Los resultados se compararon mediante el análisis de la varianza por el procedimiento ANOVA y el test de Duncan, con el paquete estadístico SAS (1998).

TABLA 1

Estado fenológico en el momento del corte de los 16 calendarios de siega realizados a un alfalfar en regadío en Zaragoza.

Phenological stage at cutting in the 16 harvesting calendars of an irrigated alfalfa stand in Zaragoza

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
1	NR 1 cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	3ª decena Oct.
2	NR 1 cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	2ª decena Nov.
3	NR 1 cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	3ª decena Oct.
4	NR 1 cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	2ª decena Nov.
5	NR 1 cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	3ª decena Oct.
6	NR 1 cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	2ª decena Nov.
7	NR 1 cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	3ª decena Oct.
8	NR 1 cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	2ª decena Nov.
9	NR 5cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	3ª decena Oct.
10	NR 5cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	2ª decena Nov.
11	NR 5cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	3ª decena Oct.
12	NR 5cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	1% flor.	2ª decena Nov.
13	NR 5cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	3ª decena Oct.
14	NR 5cm	1% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	2ª decena Nov.
15	NR 5cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	3ª decena Oct.
16	NR 5cm	10% flor.	10% flor.	10% flor.	10% flor.	2ª decena Nov.

NR = Nuevo rebrote, % flor. = % tallos foridos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción anual media de MS de los cuatro años de estudio fue de 16 072 kg ha⁻¹, alcanzando el calendario de cortes más productivo 16 785 kg ha⁻¹ y el menos 14 680 kg ha⁻¹ (Tabla 2). La distribución por cortes de la MS fue de 15,2% para el 1º, 21,4% para el 2º, 22,0% para el 3º, 17,7% para el 4º, 13,5% para el 5º y 10,2% para el 6º corte.

TABLA 2

Efecto de 16 calendarios diferentes de siega sobre la producción de materia seca (kg ha⁻¹) de un cultivo de alfalfa en regadío, en Zaragoza.

Effect of 16 different harvesting calendars on dry matter yield (kg ha⁻¹) of an irrigated alfalfa stand in Zaragoza.

Tratamiento	2003	2004	2005	2006	Media 4 años
1	15 710 cde	16 383 cde	13 625 c	13 001 c	14 680 d
2	15 631 de	15 410 e	14 372 bc	15 357 ab	15 138 cd
3	16 503 bcde	18 919 ab	15 952 ab	14 837ab	16 753 ab
4	16 792 bcde	18 748 ab	15 609 ab	14 862 abc	16 503 abc
5	17 365 abc	17 966 abcd	15 630 ab	15 818 a	16 695 a
6	17 360 abc	18 085 abcd	14 606 abc	15 852 a	16 476 abc
7	16 348 bcde	17 291 bcde	14 732 abc	14 725 abc	15 774 abcd
8	17 002 abcd	18 662 abc	15 467 abc	14 326 abc	16 364 abc
9	15 721 cde	16 006 de	15 468 abc	14 150 abc	15 336 bcd
10	15 864 cde	16 756 bcde	15 737 ab	13 754 bc	15 528 abcd
11	18 575 a	18 259 abcd	16 040 ab	14 223 abc	16 774 a
12	18 517 a	18 388 abc	16 464 a	13 769 bc	16 785 a
13	16 234 bcde	16 815 bcde	14 940 abc	14 290 abc	15 155 abcd
14	15 294 e	17 947 abcd	15 837 ab	14 190 abc	15 817 abcd
15	18 567 a	16 806 bcde	14 582 bc	13 566 bc	16 652 abcd
16	17 853 a	19 790 a	15 077abc	14 186 abc	16 727 a
Media	16 834	17 694	15 212	14 427	16 072
Significación	**	*	NS	*	**

***: p*<0,01; **: p*<0,05; NS: *p*>0,05

La producción anual de PB se presenta en la Tabla 3. La producción anual media de los cuatro años fue de 3518 kg ha⁻¹ de PB, siendo 3726 y 3242 kg ha⁻¹ de PB la máxima y mínima respectivamente. El contenido medio de PB en los cuatro años fue del 23,21% en el 1^{er} corte (23,44% con altura del rebrote a 1 cm y 23,08% a 5 cm), 22,54% en el 2^o (23,51% en el estado 1% de floración y 21,72% en el 10%), 21,42% en el 3^o, 21,21% en el 4^o, 21,97% en el 5^o (22,52% en el estado 1% de floración y 21,51% en el 10%) y 22,61% en el 6^o corte (24,08% con la siega en la 3^a decena de octubre y 21,51% en la 2^a decena de noviembre).

TABLA 3

Producción de proteína bruta (kg ha⁻¹), utilizando 16 calendarios de siega diferentes en un cultivo de alfalfa en regadío, en Zaragoza.

Effect of 16 different harvesting calendars on crude protein yield (kg ha⁻¹) of an irrigated alfalfa in Zaragoza.

Tratamiento	2003	2004	2005	2006	Media 4 años
1	3553 d	3560 cd	2982 c	2872 cd	3242 d
2	3553 d	3265 d	3061 c	3225 abcd	3276 cd
3	3824 abcd	4230 ab	3340 abc	3120 abcd	3629 ab
4	3940 ab	4105 abc	3279 abc	3089 abcd	3603 ab
5	4032 a	4054 abc	3359 abc	3460 a	3726 a
6	3927 abc	3941 abc	3203 abc	3394 ab	3616 ab
7	3818 abcd	3921 abc	3343 abc	3233 abc	3579 ab
8	3921 abc	4073 abc	3380 abc	3011 bcd	3596 ab
9	3696 bcd	3584 cd	3237 abc	2974 cd	3373 bcd
10	3690 bcd	3777 bcd	3336 abc	2816 d	3405 bcd
11	3935 abc	4075 abc	3427 ab	2979 cd	3604 ab
12	3819 abcd	4128 abc	3490 a	2868 cd	3576 ab
13	3905 abc	3963 abc	3223 abc	3123 abcd	3554 ab
14	3710 bcd	4007 abc	3401 ab	2903 cd	3505 abc
15	3635 cd	3971 abc	3213 abc	2834 cd	3413 bcd
16	3735 abcd	4507 a	3208 abc	2895 cd	3586 ab
Media	3817	3996	3315	3042	3518
Significación	**	**	NS	**	**

***: p*<0,01; **: p*<0,05; NS: *p*>0,05

El poblamiento medio de las parcelas al mes de la siembra fue de 492 plántulas m² y el número de plantas presentes al final del experimento de 55 plantas m²; en ambos poblamientos no hubo diferencias significativas (*P*>0,05) entre tratamientos.

Los resultados muestran que los peores resultados se obtuvieron en los tratamientos 1 y 2, cuando los cortes 1º, 2º y 5º se efectuaron en el estado más precoz. El resto de los tratamientos, salvo el 9 que fue algo inferior, no presentaron diferencias significativas. Estos resultados reflejan la gran plasticidad de la alfalfa para adaptarse a todos los manejos ensayados; si se adelanta un corte pero se retrasa el siguiente para facilitar el restablecimiento de las reservas nutritivas de la planta, el alfalfar se recupera y se

alcanzan altas producciones. Este manejo ya era recomendado por Columela (42) en el siglo I.

Aunque el criterio divulgado por Smith (1972) de realizar los cortes en el estado “10% de tallos floridos” siga siendo válido en las condiciones del Valle Medio del Ebro, los resultados obtenidos justificarían la práctica que habitualmente vienen siguiendo los agricultores de la zona de llevar a cabo una mezcla de los tres criterios descritos por Sheaffer *et al.* (1988), que consiste en mantener una siega rotacional con intervalos aproximados de un mes entre cortes (Hidalgo, 1966), pero incluyendo otros criterios en la decisión del momento del corte además de la presencia de tallos floridos, como son la invasión de malas hierbas, el momento climatológico más adecuado para la henificación y el calendario de siegas impuesto por las deshidratadoras. No obstante, el hecho de que los peores resultados productivos se obtuvieran cuando los cortes 1º y 2º se efectuaron precozmente, permite deducir que las fechas de los cortes 1º y 2º, pero sobre todo del 2º que es el más productivo, son las más determinantes en la producción anual de MS, no siendo conveniente adelantarlas.

De los resultados obtenidos podría desprenderse el siguiente calendario de siegas: el primer corte puede efectuarse a partir del momento en que se inicia el nuevo rebrote, determinando el momento del corte la presencia de malas hierbas o el requerimiento de la industria deshidratadora; el segundo, tercero y cuarto cortes conviene realizarlos a partir del momento en que el alfalfa alcanza el estadio “10% de tallos floridos”; el 5º corte podría adelantarse al estado “1% de floración”, ya que afectó escasamente a la producción de forraje, y la fecha del corte de otoño apenas afectó al rendimiento. La fecha de realización del último corte en otoño no es determinante y puede retrasarse finales de noviembre o pastorearse en invierno, dado que las bajas temperaturas que pueden alcanzarse, apenas afectan a la producción y persistencia del cultivo (Lloveras *et al.*, 1998; Chocarro *et al.*, 2001; Delgado *et al.*, 2004).

Dichos criterios pueden ser válidos, asimismo, si se pretende optimizar la producción de MS con la de PB. Los mejores calendarios de recolección para producción de PB fueron coincidentes con los de MS descritos anteriormente. Con los estadios elegidos para determinar la fecha de siega, las diferencias en el forraje en porcentaje de PB fueron escasas; el mayor porcentaje presentado por los cortes 1º, 2º, 5º y 6º cuando se efectuaron en el estadio más precoz, se compensó con una producción inferior de MS.

En lo que respecta a la persistencia, al igual que en el estudio llevado a cabo en otros trabajos, la alfalfa redujo progresivamente su población a unas 50 plantas m², desde la implantación hasta el levantamiento del cultivo, sin una pérdida apreciable en la producción de forraje (Delgado *et al.*, 1992 y 2003; Teixeira *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la plasticidad que presenta la alfalfa en la realización de diferentes calendarios de recolección de forraje. Las producciones más elevadas se obtuvieron practicando los manejos que más se aproximaban al tradicional, es decir, realizando el primer el corte cuando el nuevo rebrote alcanza los 5 cm, los cortes 2º, 3º 4º y 5º con el 10% de los tallos floridos y el 6º corte a mediados de noviembre, aunque otros manejos son posibles. Así, la fecha de realización de los cortes primero, quinto y sexto no es decisiva y se pueden adoptar diferentes criterios, siendo la fecha del segundo corte la más decisoria en la maximización de la producción de materia seca y de proteína bruta.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la financiación económica del proyecto RTA2002-087-C2

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C., 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. Arlington (EEUU).
- COLUMELA, L.J.M., 42. *Los doce libros de agricultura. Tomo 1*. Edición Facsímil. Ed. J.M. ALVÁREZ DE SOTOMAYOR. Sociedad Nestlé A.E.P.A. (1979), 321 pp, Santander (España).
- CHOCARRO, C.; LLEDÓ, M.; FANLO, R.; LLOVERAS, J., 2001. Effect of winter grazing on the protein contents of alfalfa spring regrowth. *Options Méditerranéennes, Serie A*, **45**, 253-255.
- DELGADO, I.; RAMON, J.; VALDERRABANO, J.; 1992. Efecto del pastoreo directo sobre un cultivo de alfalfa. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, **7(1)**, 71-80.
- DELGADO, I.; ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F., 2003. Forage yield and persistence of lucerne cultivars in two harvest frequencies. *Czech Journal of Genetic Plant Breeding*, **39 (special issue)**, 266-268.
- DELGADO, I.; ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F., 2004. Efecto del pastoreo otoñal sobre la producción y persistencia de un cultivo de alfalfa. *Pastos*, **XXXIV (1)**, 93-102.
- HIDALGO, F. 1966. *Clasificación de las alfalfas españolas*. Asociación de Investigación para la Mejora de la Alfalfa, 86 pp. Zaragoza (España).
- LLOVERAS, J.; FERRÁN, J.; ALVAREZ, A.; TORRES, L., 1998. Harvest Management effects on alfalfa (*Medicago sativa* L.) production and quality in Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, **53**, 88-92.
- MAPA, 2008. *Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (España).
- SAS, 1998. *SAS user's guide: Statistics version 6.12*. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

- SHEAFFER, C.C.; LACEFIELD, G.D.; MARBLE, V.L., 1988. Cutting schedules and stands. En: *Alfalfa and alfalfa improvement*, 411-437. Ed. A.A. HANSON, D. K. BARNES, R.R. HILL. Agronomy, 29 series.
- SMITH, D., 1972. Cutting schedules and maintaining pure stands. En: *Alfalfa science and technology*, 481-496. Ed. C.H. HANSON. Agronomy, 15 series.
- TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; BROWN, H.E.; FLETCHER, A.L., 2007. The dynamics of lucerne (*Medicago sativa* L.) yield components in reponse to defoliation frequency. *European Journal of Agronomy*, **26** (4), 394-400.

ALFALFA DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN YIELDS DEPENDING ON THE HARVESTING CALENDAR IN THE EBRO MIDDLE VALLEY (SPAIN)

SUMMARY

Sixteen irrigated alfalfa harvest schedules have been studied changing the date of the first, second, fifth and sixth cuts in order to optimize the ratio yield/forage quality. Results show that dry matter average yield was 16 072 kg ha⁻¹ being the highest and the lowest yields 16 785 kg ha⁻¹ and 14 680 kg ha⁻¹, respectively, depending on the harvesting calendar. The highest yields were reached applying managements similar to the traditional ones, that is, doing the first cut when the regrowth reaches 5 cm, the second, third, fourth and fifth ones with 10% of flowering stems and the sixth cut in the middle of November. The average annual yield of crude protein was 3518 kg ha⁻¹ and the maximum and minimum 3726 and 3242 kg ha⁻¹ respectively. The best calendars for crude protein yield coincided with those of dry matter; the average annual percentage was 22.00%.

Key words: *Medicago sativa* L., dry matter, quality, phenological stage, irrigation.