

EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE ALFALFA SEGÚN SU GRADO DE REPOSO INVERNAL

I. DELGADO¹, F. MUÑOZ¹ Y D. ANDUEZA²

¹CITA de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza (España).

²INRA. URH. 63122 Saint Genès Champanelle (Francia).

E-mail: idelgado@aragon.es

RESUMEN

Se compararon cuatro cultivares nacionales de alfalfa con reposo invernal moderado ('Altiva', 'Aragón', 'Nogara' y 'Victoria') y cuatro cultivares extranjeros semidurmientes ('Hunter River', 'Mirral', 'Superba' y 'Supreme') comercializados en el valle medio del Ebro, en lo que respecta a producción de materia seca (MS) y contenido en proteína bruta (PB) en condiciones de regadío, en Zaragoza, durante el periodo 2003-2006. Se efectuaron siete cortes por año en los cultivares nacionales y seis en los extranjeros. En cada grupo el primer corte de primavera se realizó cuando presentaban nuevos rebrotes emergiendo a 5 cm de altura; los cortes intermedios con el 10% de tallos floridos y el último corte a finales de octubre o primeros de noviembre. Sobresalieron los cultivares extranjeros 'Superba' y 'Supreme' con 20 100 y 19 176 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ y 'Altiva' entre los cultivares nacionales, con 18 078 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. Las producciones de PB fueron 4516 y 4361 kg PB ha⁻¹ año⁻¹ en 'Superba' y 'Supreme' respectivamente y 4276 kg PB ha⁻¹ año⁻¹ en 'Altiva'. Estos resultados sugieren una buena adaptación de dichos cultivares extranjeros a nuestras condiciones locales de cultivo.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., producción de materia seca, proteína bruta, capacidad de rebrote, persistencia.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo forrajero plurianual que se caracteriza por sus excelentes cualidades, entre las que destacan: alto rendimiento y valor nutritivo del forraje, mejora de la fertilidad el suelo y gran plasticidad a las distintas condiciones climáticas. Es el primer cultivo forrajero en producción cosechada en España, ocupando una superficie de unas 240 000 ha (MAPA, 2008). Su importancia es todavía mayor en el valle medio del Ebro, donde la alfalfa es un cultivo tradicional en las rotaciones de regadío ocupando unas 137 000 ha, 80 % de las cuales destinan a la industrialización y representan el 73 % de la alfalfa deshidratada en España (Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa, comunicación personal).

Los cultivares de alfalfa se clasifican por su grado de reposo invernal, definido por su respuesta directa a la longitud del día. Se ha establecido una escala del 1 al 9 en función de su mayor a menor duración del reposo invernal (Melton *et al.*, 1988). El grado de reposo invernal define asimismo el ritmo de crecimiento del cultivo. Por ello, en cada localización, los cultivares más utilizados son los que se adecuan a la longitud del día durante la época invernal y el régimen de aprovechamientos suele ser el mismo para todos.

El ecotipo Aragón y los cultivares provenientes del mismo se consideran como de reposo invernal moderado, aunque se ignora su posición dentro de la escala de Melton. Son los más utilizados por los agricultores en el valle medio del Ebro (Lloveras, 2001), aunque, debido al interés del cultivo en los últimos años, han aparecido en el mercado diversos cultivares extranjeros con grados de reposo invernal

diferentes. Dichos cultivares se han comparado habitualmente con los locales para producción de forraje, utilizando un único calendario de siega en estados fenológicos previamente determinados, generalmente el que más se adecuaba al manejo de los locales (Lloveras *et al.*, 1998; Delgado *et al.*, 2003; Salviá *et al.*, 2004; Vázquez de Aldana *et al.*, 2005). Este criterio podría afectar a la producción de materia seca (MS) y persistencia de los cultivares extranjeros, cuando se ajusta al de los locales (Delgado *et al.*, 2003).

El objetivo del presente ensayo fue comparar la producción de forraje y el contenido en proteína bruta de cuatro cultivares extranjeros y cuatro cultivares locales agrupados por la duración del reposo invernal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en condiciones de regadío 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.

Se compararon cuatro cultivares locales 'Aragón', 'Altiva', 'Nogara' y 'Victoria', supuestos moderadamente no durmientes (grado 7, según Melton *et al.*, 1988) con cuatro cultivares extranjeros 'Hunter River', 'Miral', 'Superba' y 'Supreme', considerados semidurmientes (grados 5-6).

La siembra se realizó el 18 de septiembre de 2002. La dosis de siembra fue de 30 kg ha⁻¹. El ensayo se regó por inundación a partir de finales de marzo, con una frecuencia mínima de 12 días en los meses estivales. Cada año se aportaron 500 kg de complejo 8-24-8 ha⁻¹, a la salida del invierno. Cada invierno se realizó un tratamiento herbicida con Imazox (p.c. Pulsar-40) y regularmente dos tratamientos con insecticidas a la salida de invierno y entre el primer y segundo cortes aplicando productos organofosforados (p.c. Malathion 90) y piretroides (p.c. Karate).

Se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones: número de plantas presentes m⁻² al mes de la siembra, altura del rebrote a los diez días de cada corte con la finalidad de comprobar el grupo de reposo invernal al que pertenecían de los cultivares (Delgado *et al.*, 2003), producción de MS y porcentaje de proteína bruta (PB) de la MS del forraje, en todos los cortes.

El número de plantas m² presentes al mes de la siembra se midió mediante el lanzamiento al azar de un cuadro de 0,25 m² en cada parcela elemental. La altura del rebrote se realizó promediando dos mediciones de la altura del follaje en cada parcela elemental. La siega de las parcelas se efectuó con una barra de siega dejando un rastrojo de 3 cm. El forraje se recogió y secó para la determinación de la materia seca en estufa ventilada a 60 °C hasta peso constante. Sobre las muestras obtenidas, una vez molidas, se realizó a la determinación del contenido en PB según las normas AOAC (1990). El criterio de frecuencia de siega, fue el siguiente: el primer corte se realizó cuando el nuevo rebrote alcanzaba 5 cm de altura, los cortes intermedios con el 10% de los tallos floridos y el último corte entre finales de octubre y primeros de noviembre. Dentro de cada grupo, se unificó la fecha de corte.

Los cultivares locales se segaron siete veces en las fechas promediadas siguientes: 23 de abril, 29 de mayo, 26 de junio, 23 de julio, 22 de agosto, 27 de septiembre, y 4 de noviembre. Los cultivares

extranjeros se segaron seis veces: 1 de mayo, 11 de junio, 9 de julio, 6 de agosto, 8 de septiembre y 28 de octubre.

El diseño estadístico fue en bloques al azar con tres repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 10 m² (2 m 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). Cuando hubo porcentajes se les aplicó la transformación del arcoseno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número medio de plántulas presentes al mes de la siembra fue de 495 plántulas m⁻², no habiendo diferencias significativas entre cultivares (P>0,05).

La producción anual de MS de cada cultivar se presenta en la Tabla 1. Sobresalieron los cultivares extranjeros ‘Superba’ y ‘Supreme’ con una media anual de los cuatro años de 20 100 kg y 19 176 kg de MS ha⁻¹, respectivamente. Entre los cultivares nacionales sobresalió ‘Altiva’ con 18 078 kg de MS ha⁻¹. Las producciones inferiores las obtuvieron ‘Nogara’ y ‘Hunter River’ con 16 577 kg y 15 684 kg de MS ha⁻¹ respectivamente, siendo las diferencias entre cultivares altamente significativas (P<0,001).

Tabla 1. Producción anual de materia seca (kg ha⁻¹) de diferentes cultivares de alfalfa en regadío, en Zaragoza.

Cultivar	Total 2003	Total 2004	Total 2005	Total 2006	Media 4 años
Aragón	19 817 ab	19 062 bc	15 752 cd	12 439 d	17 200 d
Victoria	18 857 ab	18 315 c	16 445 bcd	14 337 c	17 483 cd
Altiva	21 006 a	20 788 ab	17 630 ab	12 890 cd	18 517 bc
Nogara	20 080 ab	17 516 c	15 739 cd	12 730 cd	16 914 d
Superba	20 086 ab	22 728 a	18 482 a	19 103 a	20 100 a
Miral	17 824 bc	19 224 bc	17 016 abc	16 731 b	17 699 cd
Supreme	19 136 ab	22 075 a	18 192 a	17 302 ab	19 176 ab
Hunter River	15 630 c	19 105 bc	15 336 d	12 665 cd	15 684 e
Significación	*	**	**	***	***

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001. Las cifras seguidas de con igual letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes (P>0,05).

La producción anual de PB de cada cultivar se presenta en la Tabla 2 y su porcentaje de PB en cada corte, media de cuatro años, se muestra en la Tabla 3. Como se puede apreciar, al igual que en la Tabla 1 destacaron los cultivares extranjeros ‘Superba’ y ‘Supreme’ con una media anual de los cuatro años de 4516 kg y 4361 kg de PB ha⁻¹, respectivamente, y ‘Altiva’ con 4276 kg de PB ha⁻¹, entre los cultivares nacionales; ‘Hunter River’ presentó la producción más baja con 3630 kg de PB ha⁻¹, siendo las diferencias altamente significativas (P<0,001). Las diferencias en producción de PB entre cultivares extranjeros y nacionales se redujeron, no obstante, debido a que el porcentaje medio de PB de éstos fue algo superior al de los extranjeros, 23,65% y 22,73% respectivamente, como se puede deducir de las Tablas 1 y 3.

Tabla 2. Producción anual de proteína bruta (kg ha⁻¹) de diferentes cultivares de alfalfa en regadío, en Zaragoza.

Cultivar	Total 2003	Total 2004	Total 2005	Total 2006	Media 4 años
Aragón	4693a	4819bc	3605c	2656c	3943c
Victoria	4392 a	4603 c	3859 bc	3029 bc	3971 c
Altiva	5055 a	5030 ab	4307 a	2710 c	4276 ab
Nogara	4952 a	4634 c	3603 c	2762 c	3988 c
Superba	4852 a	5051 a	4509 a	3653 a	4516 a
Miral	4205 ab	4381 c	4102 ab	3277 ab	3991 bc
Supreme	4649 a	5028 ab	4340 a	3427 ab	4361 a
Hunter River	3852 b	4281 c	3657 c	2731 c	3630 d
Significación	*	*	***	***	***

*: P<0,05; ***: P<0,001. Las cifras seguidas de con igual letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes (P>0,05).

Tabla 3. Porcentaje de proteína bruta (kg ha⁻¹) por cortes de diferentes cultivares de alfalfa en regadío, en Zaragoza. Media de cuatro años (2003-2006).

Cultivar	Corte 1°	Corte 2°	Corte 3°	Corte 4°	Corte 5°	Corte 6°	Corte 7°
Aragón	24,76 ab	23,58 a	21,59 b	23,32 b	23,05 cd	24,08 c	27,44 b
Victoria	24,75 ab	23,28 a	21,71 b	22,70 bcd	22,70 d	23,06 d	26,83 b
Altiva	25,10 a	22,94 ab	22,00 b	22,57 cd	22,63 d	22,77 d	26,59 b
Nogara	25,19 a	23,60 a	23,09 a	24,57 a	24,10 b	24,84 ab	29,30 a
Superba	23,95 c	21,63 c	21,75 b	22,38 d	23,92 bc	24,55 bc	-
Miral	24,41 bc	21,83 bc	21,77 b	22,90 bcd	24,27 b	24,37 bc	-
Supreme	24,50 bc	21,78 bc	21,99 b	22,63 bcd	24,21 b	24,79 ab	-
Hunter River	24,72 ab	22,71 abc	23,13 a	23,20 bc	25,42 a	25,38 a	-
Significación	**	**	**	***	***	***	**

** : P<0,01; ***: P<0,001. Las cifras seguidas de con igual letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes (P>0,05).

La altura del rebrote medida a los diez días del corte, en los cinco primeros cortes, se presenta en la Tabla 4. De la observación de dicha Tabla se aprecia que la altura de rebrote de ‘Nogara’ fue más próxima a la de los cultivares extranjeros y que ‘Hunter River’ mostró la capacidad de rebrote menor de todos ellos, lo que podría indicar que la latencia invernal de ambos fue más pronunciada que la de sus respectivos grupos. Ello podría explicar en parte la menor productividad presentada por ambos cultivares al haber sido segados en estados fenológicos más precoces que no les beneficiaban (Sheaffer *et al.*, 1988). El mayor contenido en PB que presentan ambos cultivares (Tabla 3) puede estar ligado a su estado fenológico (Alibès y Tisserand, 1990), lo que contribuye a confirmar esta hipótesis.

Los resultados obtenidos muestran que los cultivares extranjeros presentaron altas producciones de MS cuando se evaluaron con el mismo criterio de siega que los nacionales. En nuestro estudio destacaron ‘Superba’ y ‘Supreme’ entre los cultivares extranjeros y ‘Altiva’ entre los nacionales. ‘Supreme’ y ‘Altiva’ sobresalieron, asimismo, en otras evaluaciones realizadas en España (Lloveras *et al.*, 1998; Delgado *et al.*, 2003; Salviá *et al.*, 2004; Vázquez de Aldana *et al.*, 2005); ‘Aragón’ y ‘Nogara’ tuvieron un resultado desigual destacando solamente ‘Aragón’ en Zaragoza (Delgado *et al.*, 2003) y ‘Nogara’ en Ampurdán y Salamanca (Salviá *et al.*, 2004; Vázquez de Aldana *et al.*, 2005); ‘Miral’ y

‘Victoria’, tuvieron una producción intermedia en dichas localizaciones y ‘Hunter River’ ofreció los peores resultados en el valle medio del Ebro (Lloveras *et al.*, 1998; Delgado *et al.*, 2003). ‘Superba’ no había ensayada hasta la fecha.

Tabla 4. Altura de la planta a los diez días del corte, en diferentes cultivares de alfalfa en regadío, en Zaragoza. Media de cuatro años (2003-2006).

Cultivar	31-marzo	Corte 1°	Corte 2°	Corte 3°	Corte 4°	Corte 5°
Aragón	22,7 ab	24,0 a	34,2 a	30,2 ab	22,1 b	27,8 ab
Victoria	23,7 a	25,3 a	35,5 a	31,3 a	23,2 ab	27,3 b
Altiva	21,6 abc	23,2 a	35,5 a	32,4 a	23,8 a	29,2 a
Nogara	19,4 cd	19,3 bc	26,0 b	22,4 d	15,7 e	21,2 c
Superba	20,6 bcd	20,7 c	27,8 b	26,1 c	17,3 d	16,7 d
Miral	18,3 de	19,2 bc	25,7 b	23,0 d	15,1 e	13,7 e
Supreme	19,6 cd	19,8 b	29,0 b	27,3 bc	20,1 c	16,2 d
Hunter River	16,2 e	17,5 c	20,3 c	18,2 e	11,6 f	10,2 f
Significación	***	***	***	***	***	***

***=P<0,001. Las cifras seguidas de con igual letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes (P>0,05).

En lo que respecta a la producción de PB, las apreciaciones fueron similares a las presentadas para la producción de MS, aunque las diferencias entre cultivares se redujeron, debido a que los cultivares con mayor producción de MS presentaron contenidos algo inferiores en PB. Ello podría atribuirse a la mayor contribución de los tallos al peso final o a su lignificación, aunque no se comprobó.

Si se analizan los resultados de los cultivares agrupados en nacionales y extranjeros (Tabla 5), se aprecia que el grupo extranjero fue significativamente más productivo (P<0,05), debido fundamentalmente a la mayor producción alcanzada en el último año. Su mayor vigor al final del estudio podría estar relacionado con el menor agotamiento de la planta, atribuido al menor número de cortes practicado o a que los cultivares con mayor reposo invernal son más persistentes.

Tabla 5. Producción anual de materia seca y proteína bruta (kg ha⁻¹) por grupos de procedencia de diferentes cultivares de alfalfa en regadío, en Zaragoza.

Cultivar	Total 2003	Total 2004	Total 2005	Total 2006	Media 4 años
Nacionales	19 940	18 920	16 391	13 099	17 528
Extranjeros	18 169	20 783	17 257	16 450	18 165
Significación	NS	NS	NS	*	*
Nacionales	4773	4772	3844	2790	4044
Extranjeros	4390	4685	4152	3272	4125
Significación	NS	NS	*	NS	*

NS: P>0,05; *: P<0,05.

CONCLUSIONES

Se apreciaron diferencias significativas entre cultivares, destacando ‘Superba’ y ‘Supreme’ entre los cultivares semidurmientes y ‘Altiva’ entre los de latencia invernal moderada. Los resultados sugieren que nuevos cultivares podrían mejorar la producción de alfalfa en el valle medio del Ebro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo dentro del proyecto RTA-02-087-C2-1.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALIBES, X.; TISSERAND, J.L., 1990. Tables of the nutritive value for ruminants of Mediterranean forages and by-products. *Options méditerranéennes, Serie B*, **4**, 137 pp.
- A.O.A.C., 1990. *Association of Official Analytical Chemists Official. Methods of Analysis* 15th edn. Arlington, USA.
- 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.
- LLOVERAS, J., 1998. Evaluación de variedades de alfalfa en los regadíos del valle del Ebro: Análisis de las diferencias intervarietales. *Pastos*, **XXVIII (1)**, 37-56.
- LLOVERAS, J., 2001. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) management for irrigated Mediterranean conditions: The case of the Ebro Valley. In: I. Delgado & J. Lloveras (Eds.), *Quality in Lucerne and medics for animal production*, pp. 115-126. *Options méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéennes*, **45**.
- MAPA, 2008. *Anuario de Estadística Agroalimentaria*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Ed). Madrid, Spain.
- MELTON, B.; MOUTRAY, J.B.; BOUTON J.H., 1988. Geographic adaptation and cultivar selection. En: A.A. Hanson, D.K. Barnes & R.R. Hill (Eds.). *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 595-620. *Agronomy* 29, series. Madison, Wisconsin, USA.
- SALVIÁ, J.; SERRA, J.; ARAGAY, M.; GRATOVIL, M., 2004. Evaluación de la producción y calidad forrajera de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Nordeste de España. In: *Pastos y ganadería extensiva*, pp. 479-483. B. García Criado, A. García Ciudad, B. Vázquez de Aldana & I. Zabalgogezcoa (Eds.). Madrid, España.
- SAS, 1998. *SAS Institute Inc. User' Guide, Versión 6.12*. SAS/stat, Cary, USA.
- SHEAFFER, C.C.; LACEFIELD, G.D.; MARBLE, V.L., 1988. Cutting schedules and stands. In: A.A. Hanson, D.K. Barnes & R.R. Hill (Eds.). *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 411-437. *Agronomy* 29, series. Madison, Wisconsin, USA.
- VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CIUDAD, A.; PETISCO, C.; GARCÍA CRIADO, L.; GARCÍA CRIADO, B., 2005. Evaluación de variedades de alfalfa en la provincia de Salamanca. In: K. Osoro, A. Argamentería & A. Larraceleta (Eds.), *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol II)*, pp. 521-526. Villaviciosa, Asturias, España.

EVALUATION OF ALFALFA CULTIVARS ACCORDING TO THEIR WINTER DORMANCY

SUMMARY

Four local, moderately winter nondormant alfalfa cultivars ('Altiva', 'Aragón', 'Nogara' and 'Victoria') and four foreign, semi dormant cultivars ('Hunter River', 'Miral', 'Superba' and 'Supreme') commercialized in the Ebro Middle Valley were compared for dry matter (DM) yield and crude protein (CP) contents under irrigated conditions in Zaragoza in the period 2003-2006. Local cultivars were harvested seven times per year and foreign ones six times. In each group, the first spring cut was practiced when new regrowths were emerging at 5 cm height; intermediate cuts were made at 10 % bloom, and the last cut at the end of October. The best results were obtained by the foreign cultivars 'Superba' and 'Supreme' with 20 100 and 19 176 kg DM ha⁻¹ year⁻¹ and by local cultivar 'Altiva' with 18 078 kg DM ha⁻¹ year⁻¹. CP yields were 4516 y 4361 kg CP ha⁻¹ year⁻¹ in 'Superba' and 'Supreme' respectively and 4276 kg CP ha⁻¹ year⁻¹ in 'Altiva'. These results suggest a good adaptation of these foreign alfalfa cultivars to our local farming conditions.

Key words: *Medicago sativa* L., dry matter yield, crude protein, regrowth ability, persistence.