

EVALUACION COMPARATIVA DE LA ALFALFA Y LA ESPARCETA EN CONDICIONES DE SECANO Y REGADÍO DE ARAGÓN

COMPARATIVE EVALUATION OF LUCERNE AND SAINFOIN IN RAINFED CONDITIONS AND UNDER IRRIGATION IN ARAGON

I. DELGADO¹, F. MUÑOZ¹ Y D. ANDUEZA^{2,3}

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930. 5059 Zaragoza (España). ²INRA-UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint Genès Champanelle (Francia). ³ Clermont Université, VetAgro Sup,-UMR Herbivores, F-63000 Clermont-Ferrand (Francia). idelgado@aragon.es

RESUMEN

Se llevaron a cabo tres ensayos en secano en Ligüerre (Huesca), Zuera (Zaragoza) y Badules (Teruel), y uno en regadío en Zaragoza, para evaluar la producción de forraje de tres alfalfas ('Aragón', 'Ampurdán' y 'Tierra de Campos'), la mielga experimental 'España', una esparceta del tipo "dos cortes" procedente de Reznos (Soria), otra del tipo "un corte" de Mezquita de Jarque (Teruel) y una mezcla de alfalfa y esparceta. Se realizaron dos frecuencias de corte, coincidiendo con la alfalfa en inicio y en plena floración, entre 2009 y 2013. La producción media anual osciló entre 13 555 kg de materia seca/ha de alfalfa en regadío y 1732 kg de materia seca/ha de mielga en el secano menos lluvioso (Zuera). Destacaron significativamente las alfalfas en regadío y Ligüerre y la esparceta de "dos cortes" en los secanos menos lluviosos (Badules y Zuera). La producción de materia seca fue superior en regadío cuando la frecuencia de corte se realizó con la alfalfa en inicio de floración, e inferior en secano. La esparceta desapareció de la mezcla en el segundo año en regadío, pero se mantuvo en secano.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., *Onobrychis viciifolia* Scop., materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente.

SUMMARY

Four trials were performed, three in rainfed conditions in Ligüerre (Huesca), Zuera (Zaragoza) and Badules (Teruel), and one under irrigation in Zaragoza, to evaluate the forage yield of three varieties of lucerne ('Aragón', 'Ampurdán' and 'Tierra de Campos'), an experimental variety of wild lucerne 'España', a "two-cut" type of sainfoin from Reznos (Soria), another "one-cut" type of sainfoin from Mezquita de Jarque (Teruel) and a mixture of lucerne and sainfoin. Two cutting frequencies were established, coinciding with early bloom and full bloom of lucerne, between 2009 and 2013. Mean yield varied from 13,555 kg of dry matter/ha of lucerne under irrigation and 1,1732 kg of dry matter /ha of wild lucerne in rainfed conditions at the location with least rainfall (Zuera). Lucerne under irrigation in Ligüerre and sainfoin in the rainfed conditions with least rainfall (Badules and Zuera) afforded significantly noteworthy yields. Total dry matter was higher under irrigation when cutting frequency was carried out coinciding with lucerne at early bloom and less in rainfed conditions. Sainfoin disappeared from the mixture in the second year under irrigation but persisted in rainfed conditions.

Key words: *Medicago sativa* L., *Onobrychis viciifolia* Scop., dry matter, crude protein, neutral detergent fibre.

INTRODUCCIÓN

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) y esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) son dos leguminosas forrajeras plurianuales de gran interés para los secanos del noreste de la península Ibérica por su capacidad productiva, valor nutritivo y acción restauradora de la fertilidad del suelo. La alfalfa se caracteriza, además, por su adaptación a las diferentes condiciones climáticas de la zona, reparto proporcional de la producción durante el periodo de crecimiento de la planta y persistencia del cultivo, aunque requiere suelos profundos y el ganado puede timpanizarse cuando la pastorea inadecuadamente. La esparceta tolera suelos menos profundos y su aprovechamiento no presenta riesgos de timpanización, pero prefiere los lugares de altitud elevada, concentra su producción en primavera y es menos persistente que la alfalfa (Benaiges, 1971; Hycka, 1974; Delgado, 1984).

La complementación de las características de ambas especies ha propiciado su inclusión para la constitución de praderas de secano en la cuenca del Ebro (Hycka y Benítez-Sidón, 1979; Delgado *et al.*, 2009). Ahora bien, el criterio seguido para su aprovechamiento en primavera ha sido cuando la alfalfa se encuentra en inicio de floración, lo que indirectamente puede perjudicar a la persistencia de la esparceta al acortar el periodo

de recuperación de sus reservas nutritivas, ya que esta planta presenta un desarrollo algo más retrasado que la alfalfa y, además, su aprovechamiento óptimo aconseja realizarse en plena floración (Koch *et al.*, 1972; Borreani *et al.*, 2003). Ello ha sido constatado en algunos de los trabajos citados (Hycka y Benítez-Sidón, 1979; Delgado *et al.*, 2009).

La pérdida de persistencia en la esparceta cuando se incluye la alfalfa en la pradera, también puede deberse a fenómenos alelopáticos entre ambas especies. Tanto la alfalfa como la esparceta muestran fuertes efectos alelopáticos con otras especies (Chung y Miller, 1995; Li, 2009). Cuando se compararon estos efectos entre ambas, Chocarro y Lloveras (2012) apreciaron que los efectos alelopáticos de la alfalfa sobre la esparceta fueron mayores, lo que podría ser una de las causas de la rápida desaparición de la esparceta en dichas praderas.

Dado el valor agronómico y forrajero de ambas especies en Aragón, se pretende profundizar en el conocimiento de su utilización, llevando a cabo un estudio comparativo sistemático en diversas condiciones agronómicas de la región. En el presente trabajo pretende evaluar ambos cultivos en siembra pura y en mezcla, utilizando dos frecuencias de corte en primavera, cada una favoreciendo a una de las especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo tres ensayos en secano, en Ligüerre de Cinca (Huesca), Zuera (Zaragoza) y Badules (Teruel), y uno en regadío en Zaragoza, entre 2009 y 2013. Las principales características climatológicas y edafológicas de los lugares donde se llevaron a cabo los ensayos se presentan en la Tabla 1.

Se ensayaron dos alfalfas: ‘Tierra de Campos’ y ‘Ampurdán’ en secano, y ‘Aragón’ y ‘Ampurdán’ en regadío; una mielga experimental ‘España’; una esparceta del tipo “dos cortes” procedente de Reznos (Soria), otra del tipo “un corte” de Mezquita de Jarque (Teruel), y una mezcla de alfalfa, ‘Tierra de Campos’ en secano o ‘Aragón’ en regadío, con la esparceta de “dos cortes”. Las fechas de siembra se presentan en la Tabla 1. Las dosis de siembra fueron, en secano, 15 kg ha⁻¹

en las alfalfas, 80 kg ha⁻¹ en las esparcetas y 50% de cada una de las especies en las mezclas; en regadío, la dosis fue respectivamente de 30 kg ha⁻¹ y 100 kg ha⁻¹, y 50% de cada una de las especies en las mezclas. Como abonado de fondo se aportaron 250 kg ha⁻¹ del complejo 8-15-15 en secano, y 500 kg ha⁻¹ en regadío. La dosis se repitió a los dos años de la siembra en secano y todos los años en regadío. Los ensayos se realizaron en parcelas de 10 m², distribuidas al azar, con cuatro repeticiones.

Se evaluó la producción de forraje, utilizando dos frecuencias de corte, cuando la alfalfa se encontraba en inicio o en plena floración. En secano, no se consideró como productivo el año de siembra, ya que el establecimiento de los ensayos en dichas condiciones fue lento y apenas hubo oferta de pasto. El ensayo de Ligüerre concluyó en 2012 y

Tabla 1. Situación, características climatológicas y edafológicas, y fecha de siembra

Localización	Zuera (Z)	Ligüerre (Hu)	Badules (Te)	Zaragoza
Modo de cultivo	secano	secano	secano	regadío
Altitud (m)	400	535	930	225
T ^a mensual media máxima (°C)	20,7	20,2	18,5	21,4
T ^a mensual media mínima (°C)	7,9	5,8	8,9	8,1
Precipitación media anual (mm)	393,3	867,2	320,6	245,7
Textura	franco-arcillosa	franca	franca	franco-limosa
pH al agua 1:2,5	8,25	8,32	8,5	8,24
Salinidad C.E. 1:5 (dS/m)	0,19	0,24	0,2	0,24
MO por espectrometría (%)	2,24	1,49	2,33	1,99
P Olsen por espectrometría (mg/kg)	19,14	7,15	18	7,03
K (extracto acetato amónico) (mg/kg)	288,0	134,0	250	134,0
Fecha de siembra	29.10.2009	24.4.2009	11.3.2011	21.10.2010

del realizado en Badules, solo se dispone de la producción de dos años, ya que se sembró mas tarde. Se tomó una muestra de forraje al azar de 0,5 m² por subparcela. Las muestras se pesaron y secaron a 60°C en estufa de ventilación forzada hasta peso constante, y se analizó el contenido en proteína bruta (PB) por el método Dumas (AOAC, 1990) y en fibra neutro detergente (FND) por el método Van Soest *et al.* (1991).

El modelo estadístico fue de parcelas divididas, donde la variedad era la parcela principal y la frecuencia de corte la subparce-

la. Las evaluaciones realizadas se compararon mediante el análisis de la varianza por los procedimientos ANOVA y GLM (en ausencia de algún dato), y el test LSD, con el paquete estadístico SAS (2003). Los valores en porcentaje fueron transformados por arcoseno de la raíz cuadrada, previamente a su análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción media anual de forraje de los tres primeros años productivos se presenta en la Tabla 2 y su contenido en PB y FND en la Tabla 3.

Tabla 2. Producción anual de materia seca (kg ha⁻¹), media de tres años productivos

Localización	Ligüerre	Badules	Zuera	Zaragoza
Variedad				
Alfalfa 'Aragón'	-	-	-	13 365 a
Alfalfa 'Ampurdán'	5702 b	3672 a	2432 b	13 745 a
Alfalfa 'Tierra de Campos'	5520 b	3485 ab	2335 b	-
Mielga 'España'	4618 d	3119 b	1732 c	11 148 b
Esparceta de dos cortes 'Reznos'	4980 cd	3687 a	2973 a	11 442 b
Esparceta de un corte 'Mezquita de Jarque'	5189 bc	2653 c	2497 b	6447 c
Alfalfa 'Aragón'+Esparceta 'Reznos'	-	-	-	12 698 b
Alfalfa 'Tierra de Campos'+Esparceta 'Reznos'	6274 a	3809 a	2316 b	-
Significación Variedad	***	***	***	***
Frecuencia de corte				
Alfalfa en inicio de floración	5164 b	3122 b	2338 a	11 138 b
Alfalfa en plena floración	5596 a	3683 a	2424 a	11 810 a
Significación Frecuencia de corte	**	***	NS	*
Interacción Variedad x Frecuencia de corte	NS	NS	NS	NS
% de alfalfa en la mezcla (en inicio floración)	49,7	70,2	39,7	88,5
% de alfalfa en la mezcla (en plena floración)	46,6	50	38,7	91,1

NS: $P > 0,05$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$. Letras diferentes dentro de la columna indican $P < 0,05$.

Tabla 3. Porcentaje medio anual de proteína bruta (PB) y fibra neutro detergente (FND) sobre materia seca

Localización	Ligüerre		Badules		Zuera		Zaragoza	
Variedad	%PB	%FND	%PB	%FND	%PB	%FND	%PB	%FND
Alfalfa 'Aragón'	-	-	-	-	-	-	20,6 bc	39,5 bc
Alfalfa 'Ampurdán'	21,6 b	40,1 bc	19,3 bc	38,5 a	20,1 b	36,5 b	21,2 b	39,9 b
Alfalfa 'Tierra de Campos'	21,5 b	39,4 c	19,8 ab	37,9 ab	20,4 ab	36,9 b	-	-
Mielga 'España'	24,3 a	41,3 b	20,4 a	38,1 ab	20,9 a	37,0 b	22,6 a	38,3 c
Esparceta 'Reznos'	16,0 d	43,4 a	16,2 d	37,7 ab	15,7 d	38,8 a	18,5 d	42,4 a
Esparceta 'Mezquita de Jarque'	17,3 c	41,8 b	15,6 d	37,8 ab	16,1 d	36,6 b	19,1 d	40,1 b
A. 'Aragón'+E. 'Reznos'	-	-	-	-	-	-	20,2 c	40,2 b
A. 'Tierra de Campos'+E. 'Reznos'	17,7 c	39,3 c	19,0 c	37,5 b	18,9 c	39,4 a	-	-
Significación Variedad	***	***	***	*	***	***	***	*
Frecuencia de corte								
Alfalfa en inicio de floración	19,8 a	40,2 b	18,9 a	37,4 b	18,9 a	37,0 b	20,8 a	39,5 b
Alfalfa en plena floración	19,7 a	41,6 a	17,8 b	38,3 a	18,5 b	38,0 a	19,9 b	40,6 a
Signific. Frecuencia de corte	NS	**	***	**	*	**	***	***
Interac. Var. x Frecuencia de corte	***	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

NS: $P > 0,05$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$ Letras diferentes dentro de la columna indican $P < 0,05$

Los resultados muestran que la alfalfa es más productiva que la esparceta en regadío, pero en seco la esparceta iguala a la alfalfa e, incluso, la supera en las condiciones de mayor aridez (Zuera). No se apreciaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las alfalfas, pero sí entre los tipos de corte de las esparcetas, destacando la del tipo “dos cortes” ‘Reznos’ en regadío y en los secos mas secos (Zuera y Badules), aunque ambas se igualaron en el seco húmedo (Ligüerre). La mielga ‘España’ tuvo una producción inferior a la alfalfa en regadío, pero se equiparó con las esparcetas en regadío y secos menos áridos.

Cuando se mezclaron alfalfa y espar-

ceta, la producción total de forraje se equiparó al cultivo monofito de la alfalfa, tanto en seco como en regadío. La participación de ambos componentes en la mezcla varió ostensiblemente entre localizaciones. En seco, la participación global fue equilibrada con el 50% de media, al final de los tres años, aunque dominó la esparceta el primer año y fue decayendo su presencia en los años siguientes; en regadío, correspondió a la alfalfa el 90% de la producción, dado que después del primer año la esparceta desapareció de la mezcla.

El distanciamiento entre siegas, para establecer dos frecuencias de corte que beneficiaran a la alfalfa o a la esparceta, mostró

producciones de MS significativamente superiores cuando se retrasó la siega, salvo en las condiciones de mayor aridez donde la producción no fue significativa. No obstante, dado que el porcentaje de PB disminuye cuanto más se distancia la siega (Tabla 3), la media anual de las producciones totales de PB ha⁻¹ en las dos frecuencias de corte, se aproximaron.

Los resultados confirman, en regadío, los obtenidos por otros autores (Martiniello, 1998; Peel *et al.*, 2004; Delgado *et al.*, 2008), en cuanto que la alfalfa es más productiva que la esparceta, pero en nuestro estudio la del tipo “dos cortes”, casi iguala a la alfalfa y, muestra su superioridad con respecto a la de “un corte”, por lo que en el caso de que se prefiera el cultivo de la esparceta por su producción puntual en primavera, incluso en alternativa de corta duración o ausencia riesgos de timpanismo para los animales, aquella podría ser la elegida. Estos resultados corroboran asimismo la ausencia de diferencias significativas en producción de forraje de las dos variedades de alfalfa más utilizadas en el noreste de la península Ibérica (Delgado *et al.*, 2003). En secano, alfalfa y esparceta muestran su buena adaptación y similar producción (Delgado, 1984, Delgado *et al.*, 2009). En Ligüerre las producciones fueron inferiores a lo esperado por su precipitación anual, lo que puede ser atribuido a la presencia de fauna silvestre en la zona boscosa que

rodea los ensayos, y cuya incidencia mediante despuntes de las plantas es difícil de cuantificar.

En lo que respecta a la mezcla de las dos especies, la rápida desaparición de la esparceta en regadío, debe atribuirse principalmente a los efectos alelopáticos de la alfalfa sobre la esparceta y no al estado fenológico de las plantas en el momento del corte. Aunque en regadío la esparceta presenta una peor adaptación, cuando se sembró sola su producción fue muy elevada en comparación a su presencia en la mezcla, donde desapareció a partir del segundo año. Este efecto no se apreció en secano; hubo una progresiva desaparición de la esparceta en la mezcla desde el primer al tercer año, pero podría atribuirse a su menor persistencia más que a efectos alelopáticos. Estos serían más pronunciados en condiciones de regadío donde la mayor proximidad de las plantas, el riego que favorece la dispersión de los componentes químicos alelopáticos y la mayor intensidad de la producción podrían ser aceleradores de la acción alelopática (de Albuquerque *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Se confirma el interés de la alfalfa en regadío y de la alfalfa y esparceta en secano. La esparceta de dos cortes también podría ser una opción en regadío si se pretende ob-

tener altas producciones en primavera, su inclusión en alternativas de corta duración o ausencia riesgos de timpanismo para los animales. La mezcla de ambas especies sería desaconsejada en regadío, pero no se evidencian fenómenos alelopáticos en secano.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el M° de Ciencia e Innovación y FEDER, dentro de los proyectos RTA2009-00063-C02-01 y RTA2012-00080.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (1990) *Official Methods of Analysis, 15th*. Arlington, V.A., USA: Association of Official Analytical Chemists.

BENAIGES C. (1971) *La esparceta. Hojas divulgadoras, 6-55 H.* Madrid, España: Ed. Ministerio de Agricultura.

BORREANI G., PEIRETTI P. Y TABACCO E. (2003) Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the spring growth cycle. *Agronomie*, 23, 193-201.

CHOCARRO C. Y LLOVERAS J. (2012) Efecto alelopático de la esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) sobre diferentes especies forrajeras En: R.M. Canals y L. San Emeterio (eds.) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*, pp.149-161. Pamplona, España:

Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

CHUNG I.M. Y MILLER D.A. (1995) Natural herbicide potential of alfalfa residue on selected weed species. *Agronomy Journal*, 87(5), 920-925.

DE ALBUQUERQUE M.B., DOS SANTOS R.C., LIMA L.M., MELO FILHO P. A., NOGUEIRA R.J.M.C., DA CAMARA C.A.G. Y RAMOS A.R. (2011) Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 31, 379-395.

DELGADO I. (1984) Productividad de las principales especies forrajeras plurianuales en los secanos semiáridos (450-600 mm de pluviometría anual) de Aragón. *Pastos*, XIV(1), 47-65.

DELGADO I., ANDUEZA D. Y 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., ANDRÉS C. Y MUÑOZ F. (2008) Effect of the environmental conditions on different morphological and agronomical characteristics of sainfoin. *Options Méditerranéennes, Serie A*, 79, 199-202.

DELGADO I., CONGOST S. Y NUEZ T. (2009) Producción estacional de

praderas en tierras de secano del Maestrazgo Turolense. En: Reiné et al. (eds.) *La multifuncionalidad de los pastos: Producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*, pp. 351-357. Huesca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

HYCKA M. (1974) Praderas artificiales en los secanos de condición extrema. *Anales de Aula Dei*, 12(3/4), 208-233.

HYCKA M. Y BENITEZ-SIDON J.M. (1979) Estudio de seis mezclas pratenses en el secano aragonés. *Anales de Aula Dei*, 14 (3/4), 395-416.

KOCH D., DOTZENKO A. Y HINZE G. (1972) Influence of three cutting systems on the yield, water use efficiency, and forage quality of sainfoin. *Agronomy Journal*, 64, 463-467.

LI R. (2009). Allelopathy of roth exudates of *Onobrychis viciaefolia* on 7 kinds of weed. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 37 (15), 7059-7061.

MARTINIELLO P. (1998) Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. *Agronomie*, 18, 591-601.

PEEL M.D., ASAY K.H., JOHNSON D.A. Y WALDRON B.L. (2004) Forage production of sainfoin across an irrigation gradi-

ent. *Crop Science*, 44(2), 614-619.

SAS (2004) *SAS user's guide: Statistics version 9.1.2*. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B. Y LEWIS, B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.