

EFFECTO DEL TIPO DE ESPARCETA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y LA DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA Y DEL NITROGENO DE LOS HENOS

D. Andueza¹, F. Muñoz², I. Delgado², S. Demdoun².

¹Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle (France).

²CITA Aragón. Apartado 727. 50080 Zaragoza (España).

Correspondencia: donato.andueza@inra.es

Resumen

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar la composición química y la degradabilidad de la materia seca y del nitrógeno (N) de henos de tres procedencias de esparceta “Costwold common”, “Reznos” y “Mezquita de Jarque” representando los tipos “un corte o común”, “dos cortes o gigante” e “intermedio” entre ambos respectivamente y un heno estándar de alfalfa cultivada en el Valle Medio del Ebro. Se compararon los valores de composición química y los parámetros de cinética de desaparición de la materia seca y del N obtenidos *in sacco* para los henos de distintas variedades de esparceta el de la alfalfa. Se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre henos de esparceta para las determinaciones de proteína bruta (PB), taninos condensados, y degradabilidad efectiva del N (DEN). El heno del tipo ‘dos cortes o gigante’ presentó los valores más altos de PB y más bajos de DEN lo que permite concluir que los henos de este tipo de esparceta presenta un mayor valor proteico que los henos de los tipos ‘un corte o común’ e ‘intermedio’.

Palabras clave: *Onobrychis viciifolia*, forrajes, taninos condensados, calidad, leguminosas.

INTRODUCCIÓN

La esparceta (*Onobrychis viciifolia*) es una leguminosa que se caracteriza por altos contenidos de proteína bruta (PB) y baja degradabilidad efectiva de la misma debido a la presencia de taninos condensados (TC) (Theodoridou et al., 2010). Por ello es un cultivo apreciado por los agricultores y ganaderos debido a su rendimiento en materia seca de forraje de alto valor nutritivo (Borreani et al., 2003), sus efectos antiparasitarios sobre los rumiantes (Frutos et al., 2008) y estar considerado como muy beneficioso para el medio ambiente (Theodoridou et al., 2010). Recientemente, se han realizado numerosos estudios sobre su valor nutritivo, pero éstos han sido realizados mayoritariamente sobre forrajes verdes o sobre ensilados, mientras que los henos de este cultivo, han sido mucho menos estudiados. Demdoun *et al.* (2012) pusieron de manifiesto diferencias genéticas entre los

distintos orígenes de esparceta, lo que se podría traducir en diferencias en el valor nutritivo del forraje de los mismos y particularmente en los henos. En este contexto, el objetivo del presente trabajo es comparar la composición química y la degradabilidad de la materia seca y del nitrógeno de tres procedencias de esparceta pertenecientes a orígenes genéticos distintos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una parcela de 4,2 ha del CITA de Zaragoza. La parcela se caracterizaba por un suelo de fertilidad media con un pH de 8,4. En el año 2009 la parcela se dividió en tres subparcelas homogéneas de 1,4 has cada una en las que se sembraron aleatoriamente tres procedencias de esparceta; 'Costwold Common', procedente del Reino Unido, 'Reznos' de Soria y 'Mezquita de Jarque' de Teruel. Costwold Common es una procedencia representativa del tipo 'un corte o común' mientras que 'Reznos' representa la esparceta de tipo 'dos cortes o gigante' y Mezquita de Jarque es intermedia entre ambos tipos (Delgado *et al.*, 2008). La dosis de siembra fue de 700 semillas /m² y como abonado de fondo se aportaron 300 kg/ha del complejo NPK 8-24-12 de acuerdo con los hábitos de cultivo de la zona. Las parcelas se cortaron el 15 de abril en estado fenológico de plena floración. El heno del segundo corte de una parcela adyacente de alfalfa de segundo año (corte realizado el 15 de mayo en estado fenológico de inicio de floración) considerado como un heno estándar producido en la zona, se utilizó como testigo. Se eligió este heno como el corte más productivo de la alfalfa, con fecha de floración no muy alejada de la de la esparceta si se excluye el primer corte que, en general, se caracteriza por una presencia importante de malas hierbas.

Las parcelas se segaron a una altura de cinco cm con una segadora de discos acondicionadora y se dejaron secar hasta que el forraje alcanzó un contenido en materia seca del 80%. Seguidamente, el forraje de cada parcela se empacó y se trasladó a las instalaciones del CITA donde se almacenó hasta su utilización por los animales.

De las pacas obtenidas de cada forraje, se tomó una muestra (2 kg) de cuatro de ellas que se utilizaron para los ensayos de degradación ruminal y para los análisis de laboratorio.

Para los ensayos de degradación ruminal se utilizaron tres corderos castrados de raza Fleischchaff x Rasa Aragonesa provistos de una cánula ruminal y que se encontraban adaptados a una ración de mantenimiento compuesta de 70% de heno de alfalfa y 30% de concentrado y corrector vitamínico mineral. La ración se distribuía a los animales en dos veces diarias; a las 8h y a las 16h. Se utilizaron bolsas de nylon de tamaño de poro de 46 μ y de dimensiones 7 x 11 cm. En cada bolsa se introdujeron aproximadamente, tres g de materia seca (MS) de forraje molido a un mm y se sellaron antes de introducirse en el rumen de los animales. Las bolsas permanecieron incubadas en el rumen de los animales por un tiempo de 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h. Se incubaron dos bolsas por tiempo de incubación y por cada animal. La determinación de la degradabilidad de la MS y del nitrógeno (N) se realizó a partir de la técnica descrita por Ørskov y McDonald, (1979). Por otra parte, bolsas de nylon repletas de muestra de idéntica cantidad de un heno de alfalfa standard se incubaron en el rumen de los animales durante un período de 8h y se utilizaron como testigos de posibles cambios de la actividad de degradación ruminal durante la realización del experimento. Una vez retiradas del rumen, las bolsas se lavaron, se secaron en estufa a 60°C y se almacenaron hasta la realización de los análisis de laboratorio.

Sobre las muestras, de henos (3 repeticiones/tipo heno) se realizaron las determinaciones químicas de cenizas y N (AOAC, 1990), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) según el método de Van Soest *et al.* (1991), N ligado a las fracciones de FND (NFND) y FAD (NFAD) (Licitra *et al.*, 1996) y concentración en TC según la metodología descrita por Reed (1986). Los resultados se expresaron en g/kg MS de equivalentes de leucocianidina. El contenido en proteína bruta (PB) de las muestras de forraje se calculó como el contenido en N x 6,25.

Sobre los residuos de forraje obtenidos después de su incubación en el rumen se realizaron análisis de N (AOAC, 1990).

Los resultados obtenidos de la desaparición de MS y N para cada animal se ajustaron al modelo $Y = A + B(1 - e^{-Ct})$ donde A es la fracción soluble rápidamente degradable, B es la fracción insoluble potencialmente degradable, A+B es la fracción potencialmente degradable, y C es el ritmo fraccional de degradación de la fracción B. La degradabilidad

efectiva de la MS (DEMS) y la degradabilidad efectiva del N (DEN) para cada animal se calcularon a partir de la ecuación $DE = (A+(B C))/(C+k)$ donde DE es la degradabilidad efectiva y k es el ritmo de salida de partículas del rumen. La DEMS y la DEN se calcularon para un valor de k de 0,06.

Sobre los datos de cada determinación de composición química se realizaron un análisis de la varianza según el modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T(E)_j + R_k + \epsilon_{ijkl}$$

Mientras que sobre los datos de los parámetros de degradación ruminal de la MS y del N se realizó un análisis de varianza según el modelo;

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T(E)_j + A_k + \epsilon_{ijkl}$$

En los que, Y es la variable dependiente, μ es la media global, E corresponde a la especie (1 grado de libertad (gl), T es el tipo (2 gl), R es la repetición (3 gl) A es el efecto del animal (2 gl) y ϵ es el error experimental. La repetición se consideró como efecto aleatorio. La separación de medias se realizó mediante la opción PDIFF del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la varianza realizado sobre las determinaciones de composición química se presentan en la Tabla 1. El heno de alfalfa presentó valores significativamente superiores ($P < 0,05$) a los henos de esparceta para las determinaciones de cenizas, FND, FAD, LAD, y significativamente inferiores ($P < 0,001$) para la determinación de NFAD. El contenido en TC del heno de alfalfa fue insignificante en comparación con el de los henos de esparceta. El contenido en PB de 'Reznos' fue significativamente superior ($P < 0,05$) al de 'Costwold Common' mientras que el de 'Mezquita de Jarque' se situó entre ambos. El contenido en NFND del tipo 'Reznos' fue superior al de 'Costwold Common' y ambos fueron a su vez, superiores al contenido en NFND de 'Mezquita de Jarque', pudiendo indicar según Reed, (1986) una gradación en la formación de complejos entre TC y PB para las diferentes variedades de esparceta. Por otro lado, el contenido en TC varió entre los diferentes tipos de esparceta siendo superior en 'Costwold Common' y en 'Mezquita de Jarque' que en 'Reznos'. En la bibliografía se pueden encontrar trabajos en los que

muestran diferencias entre valores de composición química de alfalfa y esparceta sobre todo debido a la presencia de TC en los forrajes de esparceta (Theodoridou *et al.*, 2010). Otros estudios (Theodoridou *et al.*, 2011) muestran diferencias en cuanto a contenido en TC, PB y FND entre forrajes verdes de distintos tipos de esparceta. Estos autores explican las diferencias obtenidas para ciertas determinaciones de composición química por el diferente ritmo de crecimiento de los distintos tipos. Sin embargo, la concentración en TC depende también de factores abióticos, y en particular, de las condiciones de estrés que pueda sufrir el cultivo (Barbehenn y Constabel, 2011).

En lo que respecta a los parámetros de degradación de MS (Tabla 2), se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre especies para las fracciones B, A+B y para la DEMS, siendo los valores de la esparceta superiores a los de la alfalfa. La mayor parte de estas diferencias entre especies se explican por la composición química de ambas, en particular por el contenido más alto en fibras de la alfalfa, lo que explicaría los valores inferiores de la fracción B y de la DEMS de esta especie respecto de los obtenidos para la esparceta. En lo que se refiere a los tipos de esparceta, el heno de 'Costwold Common' se caracterizó por presentar valores superiores de la fracción A que los henos de 'Reznos' y 'Mezquita de

Tabla 1. Valores medios de cenizas (g/kg de materia seca (MS)), proteína bruta (PB; g/kg de MS), fibra neutro detergente (FND; g/kg de MS), fibra ácido detergente (FAD; g/kg de MS), lignina ácido detergente (LAD; g/kg de MS), nitrógeno ligado a la fracción FND (NFND; %), nitrógeno ligado a la fracción FAD (NFAD; %) y taninos condensados (TC; g/kg de MS de equivalentes de leucocianidina) de henos de tres tipos de esparceta y una variedad de alfalfa.

	Esparceta			Alfalfa	ESM	esp	tipo
	Cost	Reznos	Mez	Aragón			
Cenizas	94	89	86	101	3,6	*	ns
PB	164 ^b	178 ^a	172 ^{ab}	173	2,9	ns	*
FND	391	399	395	475	7,7	*	ns
FAD	279	287	293	343	9,4	*	ns
LAD	42	44	48	70	2,8	*	ns
NFND	20,61 ^b	25,49 ^a	17,18 ^c	18,29	1,078	ns	*
NFAD	9,61	9,77	8,54	6,34	0,353	***	ns
TC	5,97 ^a	2,14 ^b	5,43 ^a	0,51	0,560	***	**

ESM: error estándar de las medias; esp=especie; Cost; Costwold Common; Mez: Mezquita de Jarque; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns $P > 0,05$; Superíndices distintos en cada línea indican diferencias significativas entre tipos de esparceta $P < 0,05$.

Tabla 2. Valores medios para las fracciones soluble rápidamente degradable (A) (tanto por uno), insoluble potencialmente degradable (B) (tanto por uno), potencialmente degradable (A+B) (tanto por uno), ritmo fraccional de degradación de la fracción B (C; %/h), degradabilidad efectiva (tanto por uno) de la materia seca (DEMS) y degradabilidad efectiva del nitrógeno (DEN) de henos de tres tipos de esparceta y una variedad de alfalfa.

	Esparceta			Alfalfa	ESM	Esp	tipo
	Costwold	Reznos	Mezquita	Aragon			
Materia seca							
A	0,416 ^a	0,314 ^b	0,330 ^b	0,379	0,0270	ns	*
B	0,395 ^b	0,520 ^a	0,471 ^b	0,305	0,0274	***	*
A+B	0,811 ^b	0,834 ^a	0,801 ^b	0,684	0,0067	***	*
C	0,056 ^b	0,074 ^a	0,086 ^a	0,076	0,0086	ns	*
DEMS	0,605	0,599	0,606	0,547	0,0149	***	ns
Nitrógeno							
A	0,542 ^a	0,469 ^b	0,420 ^b	0,569	0,0310	*	*
B	0,374 ^b	0,454 ^{ab}	0,497 ^a	0,321	0,0321	**	*
A+B	0,916	0,922	0,913	0,889	0,0062	**	ns
C	0,082	0,079	0,120	0,143	0,0212	*	ns
DEN	0,751 ^a	0,724 ^b	0,745 ^a	0,790	0,0144	***	*

ESM: error estándar de las medias; esp=especie; Mezquita: Mezquita de Jarque; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ns P>0,05; Superíndices distintos en cada línea indican diferencias significativas entre tipos de esparceta P<0,05.

Jarque' mientras que los henos de estos últimos presentaron valores superiores para la fracción B. Al final, los valores obtenidos para la DEMS fueron similares (P>0,05) para los tres tipos de esparceta y superiores a los valores de DEMS de la alfalfa. Las diferencias para los parámetros de fermentación entre orígenes de esparceta, podrían explicarse por la correlación negativa entre la fracción B y la DEMS con el contenido en TC. Estos resultados sugieren la unión de TC con fracciones diferentes a la PB lo que tendría como consecuencias valores más bajos de la fracción B para los tipos que presentan contenidos más altos de TC.

En cuanto a los resultados de degradación ruminal del N, se obtuvieron diferencias significativas entre especies para todos los parámetros de degradación. Entre variedades de esparceta, 'Costwold Common' mostró valores más altos (P<0,05) que los otros tipos para la fracción A y 'Reznos' valores más bajos (P<0,05) de DEN que los demás. Estos resultados, al contrario de otros que se pueden encontrar en la literatura (Theodoridou et al., 2012), están inversamente relacionados con la concentración de TC de los tipos de esparceta, lo que podría ser explicado por los posibles efectos de los TC ligados a otras

fracciones diferentes de la PB. Sin embargo, de acuerdo con Theodoridou et al., (2011), la actividad biológica de los TC es variable y puede estar inversamente relacionada con el contenido total de TC, lo que podría explicar los resultados del presente estudio en los que la variedad Reznos se caracteriza por un menor contenido en TC que las otras variedades de esparceta, pero presenta un contenido más alto de N ligado a la fracción FND y como consecuencia una menor DEN.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que los henos de esparceta presentan un valor energético y un valor proteico más alto que los henos de alfalfa estándar obtenido en el Valle Medio del Ebro. Los henos del tipo de esparceta ‘dos cortes o gigante’ presentan un valor proteico más alto que los del tipo ‘un corte o común’ o los del tipo ‘intermedio’.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Ángeles Legua y Juan Ángel Tanco por su colaboración técnica, así como al proyecto Marie Curie Actions Project n° MRTN-CT-2006-035805.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemist), (1990) *Official methods of analysis*, 15th ed. Arlington (USA).
- Barbehenn R.V. y Constabel C.P. (2011) Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry*, **72**, 1551-1565.
- Borreani G., Peiretti P.G. y Tabacco E. (2003) Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the spring growth cycle. *Agronomie*, **23**, 193-201.
- Delgado I., Salvia J., Buil I. y Andrés C. (2008) The agronomic variability of a collection of sainfoin accesions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, **6** (3), 401-407.
- Demdoum S., Muñoz F., Delgado I., Valderrábano J. y Wünsch A. (2012) EST-SSR cross-amplification and genetic similarity in *Onobrychis* genus. *Genetic resources and crop evolution*, **59**, 253-260.
- Frutos, P., Moreno-Gonzalo J., Hervás, G., García, U., Ferreira, L.M.M., Celaya R., Toral P.G., Ortega-Mora L.M., Ferre I. y Osoro K. (2008) Is the anthelmintic effect of heather supplementation to grazing goats always accompanied by anti-nutritional effects? *Animal* **2** (10), 1449-1456.

- Licitra G., Hernández T.M. y Van Soest P.J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **57**, 347-358.
- Ørskov E.R. y McDonald I. (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, **92**, 499-503.
- Reed J.D. (1986) Relationship among soluble phenolics, insoluble proanthocyanidins and fiber in East African browse species *Journal of Range Management*, **39** (1), 5--7.
- Theodoridou K., Aufrère J., Andueza D., Pourrat J., Le Morvan A., Stringano E., Mueller-Harvey I. y Baumont R. (2010) Effects of condensed tannins in fresh sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on *in vivo* and *in situ* digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, **160**, 23-38.
- Theodoridou K., Aufrère J., Andueza D., Le Morvan A., Picard F., Stringano E., Pourrat J., Mueller-Harvey I. y Baumont R. (2011) Effect of plant development during first and second growth cycle on chemical composition, condensed tannins and nutritive value of three sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) varieties and lucerne. *Grass and Forage Science*, **66**, 402-414.
- Theodoridou K., Aufrère J., Andueza D., Le Morvan A., Picard F., Pourrat J. y Baumont R. (2012) Effects of condensed tannins in wrapped silage bales of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on *in vivo* and *in situ* digestion in sheep. *Animal*, **6** (2), 245-253.
- Van Soest P.J., Robertson J. B. y Lewis B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, **74**, 3583-3597.

EFFECT OF SAINFOIN TYPE ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND DRY MATTER AND NITROGEN DEGRADABILITY OF FORAGE PRESERVED AS HAY

Summary

An experiment was carried out to analyze the chemical composition and dry matter and nitrogen (N) degradability of hays of three types of sainfoin (Common, Giant and Intermediate) and a lucerne standard hay. Sainfoin and lucerne hays were compared for their chemical composition: ash, crude protein (CP) neutral detergent fibre, acid detergent fibre, acid detergent lignin, neutral detergent insoluble N (NDIN), acid detergent insoluble N (ADIN), condensed tannins (CT) and *in sacco* dry matter and N disappearance kinetics (soluble fraction, insoluble potentially degradable fraction, potentially degradable fraction, fractional degradation rate and effective degradability). Significant differences ($P < 0.05$) between sainfoin hays were obtained for (CP), CT and effective degradability of nitrogen (EDN). Giant type hay showed highest ($P < 0.05$) values of CP and lowest ($P < 0.05$) values for EDN which resulted in a higher protein value of hay from this type than hays from Common and Intermediate type hays.

Key words: *Onobrychis viciifolia*, forages, condensed tannins, quality, legumes