

## **CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA HARINA, LA TORTA Y LA CASCARILLA DE CAMELINA**

Salas, H., Castillejos, L. y Ferret, A.

Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, España.

[hector.salas@uab.cat](mailto:hector.salas@uab.cat)

### **INTRODUCCIÓN**

La satisfacción de las necesidades proteicas es uno de los aspectos más limitantes en la nutrición de rumiantes. Esto se debe principalmente al precio tan elevado de algunas materias primas y además en constante fluctuación, como sería el caso de la harina de soja, fuente de proteína de referencia. Esta situación promueve la búsqueda de alternativas con el objetivo de sustituir total o parcialmente a las fuentes proteicas tradicionales. La harina y la torta de camelina son subproductos con un elevado porcentaje de proteína, obtenidos tras la extracción del aceite de las semillas oleaginosas de *Camelina sativa*. La cáscara de camelina se obtiene al separarla de la semilla de dicha planta y puede ser una fuente de fibra no forrajera. Existen muy pocos estudios utilizando estos productos en dietas para rumiantes (Hurtaud y Peyraud, 2007; Moriel et al., 2011; Halmemies-Beauchet-Filleau et al., 2011, 2017; Capellozza et al., 2012; Colombini et al., 2014). FEDNA (2015) introdujo recientemente información analítica sobre la torta de camelina, así como una estimación del valor bromatológico de la harina de camelina. El objetivo de este estudio fue el de caracterizar nutricionalmente estos tres ingredientes, así como determinar la digestibilidad *in vitro* de los mismos, y compararlos con otros que se utilizan comúnmente en alimentación de terneros de cebo.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Las fuentes proteicas utilizadas fueron una torta de camelina y una harina de camelina que se compararon con una harina de soja 44, una harina de girasol 36 y una harina de colza 00. Las fuentes de fibra fueron, por su parte, una cascarilla de camelina y una cascarilla de soja. El contenido en materia seca (MS) se obtuvo sometiendo la muestra a 103 °C durante 24 h. Para obtener los contenidos en cenizas, proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE) se siguieron los procedimientos ID 950.05, ID 976.0 e ID 920.30, respectivamente, propuestos por la AOAC (1990). Las determinaciones de fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) se realizaron utilizando un analizador Ankom (Ankom Technology Corporation, Fairport, NY, EE.UU.). En la determinación de FND se usó una alfa-amilasa y sulfito sódico (Van Soest et al., 1991). La lignina ácido detergente (LAD) se determinó después de la determinación de FND y FAD aplicando ácido sulfúrico al 72%. La digestibilidad *in vitro* de la MS y de la materia orgánica (MO) se obtuvieron según el procedimiento propuesto por Tilley y Terry (1963), con la modificación propuesta por Stern y Endres (1991). El líquido ruminal se obtuvo de dos vacas secas adaptadas durante 14 días a una dieta 60:40 a base de heno alfalfa y maíz en grano. El líquido se extrajo a las 08:30 h mediante una bomba de extracción y una malla de filtraje estando las vacas en ayuno desde las 15:00 h del día anterior a la extracción. En resumen, 0,5 g de muestra se colocaron en tubos con 50 ml de una mezcla 1:4 de líquido ruminal y solución buffer de McDougall (1948). Los tubos se gasearon con CO<sub>2</sub> y se mantuvieron en agitación constante, a 39°C de temperatura y anaerobiosis durante 48 h. Se introdujeron 0,2 g de pepsina y 2 ml de HCl en los tubos y éstos se mantuvieron a 39°C con agitación continua 24 h más. Se filtró el contenido de cada tubo utilizando frascos de filtración. El residuo sólido obtenido se introdujo primero en estufa a 103°C durante 24 h, para estimar la digestibilidad de la MS (DMS) y posteriormente en mufla a 550°C durante 12 h, para estimar la digestibilidad de la MO (DMO). La determinación se realizó en dos periodos de fermentación, con tres réplicas por tratamiento y periodo. Los datos obtenidos de la técnica *in vitro* fueron analizados con un PROC MIXED del paquete estadístico SAS utilizando como efecto fijo el tratamiento y el periodo, y como efecto aleatorio el tubo.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La composición química de las diversas fuentes de proteína y de fibra se presenta en la Tabla 1. Las principales diferencias entre la harina de camelina y la torta de camelina son el

mayor porcentaje de PB y de FND (4,4 y 4,8 puntos porcentuales respectivamente) de la harina debido a la nueva extracción química de aceite que recibe la torta de camelina, con mayor EE, para la obtención de la harina. Respecto al resto de fuentes de proteína, la harina de camelina presentó el mismo nivel proteico que la harina de colza y la harina de girasol 36, e inferiores a los de la harina de soja 44. Los valores más bajos de PB los presentó la torta de camelina. También se observó como la FND fue mayor en la harina de girasol 36, seguida por la harina de camelina, la harina de colza 00 y la torta de camelina. La harina de soja 44 presentó los niveles más bajos de FND.

En cuanto a las fuentes de fibra la cascarilla de camelina presentó valores parecidos de FND y FAD que la cascarilla de soja, pero mucha más LAD que la de soja, indicando una calidad inferior de la fibra. Además, la cascarilla de camelina también presentó valores más bajos de PB respecto a la cascarilla de soja.

**Tabla 1.** Composición química de los ingredientes (%s. MS)

% MS	Fuentes de proteína					Fuentes de fibra	
	Harina Camelina	Torta Camelina	Harina Girasol 36	Harina Soja 44	Harina Colza 00	Cascarilla Camelina	Cascarilla Soja
MS	91,5	92,8	90,3	88,1	88,3	92,1	90,0
Cenizas	5,7	4,8	6,6	5,7	6,9	5,4	4,8
PB	39,5	35,1	39,3	46,7	39,8	9,0	17,1
FB	12,3	10,2	19,1	8,4	12,5	32,3	31,9
FND	37,5	32,7	40,2	10,7	35,8	54,9	55,9
FAD	17,4	14,4	23,9	12,0	21,4	34,8	39,7
LAD	4,0	2,6	7,5	0,5	8,8	7,8	1,5
EE	1,3	13,5	1,5	2,6	1,6	5,4	5,6

No hubo diferencias significativas entre los valores de DMS y de DMO de la harina y la torta de camelina (Tabla 2). La harina de soja 44 fue el ingrediente más digestible. En referencia a la DMS, se pudo observar como la harina de camelina, la torta de camelina y la harina de colza 00 fueron los ingredientes proteicos con mayor digestibilidad tras la harina de soja, aunque la torta de camelina y la harina de colza 00 no se pudieron diferenciar de la harina de girasol 36.

Con respecto a la DMO, por debajo de la harina de soja 44, encontramos la harina de colza 00, la harina de camelina y la torta de camelina, con DMO similares. La DMO más baja se registró con la harina de girasol 36, que no se diferenció de la DMO de la torta de camelina ( $P > 0,05$ ).

En cuanto a las fuentes de fibra, la cascarilla de camelina presentó una DMS y una DMO mucho más bajas que la cascarilla de soja. De hecho, la cascarilla de camelina presentó los valores más bajos de DMO y DMS entre todos los ingredientes que se utilizaron.

**Tabla 2.** Digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO)

%	Fuentes de proteína							Fuentes de fibra			
	HC <sup>1</sup>	TC <sup>2</sup>	HG <sup>3</sup>	HS <sup>4</sup>	HCo <sup>5</sup>	EEM <sup>6</sup>	P-valor	CC <sup>7</sup>	CS <sup>8</sup>	EEM	P-valor
DMS	65,4 <sup>b</sup>	64,4 <sup>bc</sup>	60,0 <sup>c</sup>	73,5 <sup>a</sup>	62,0 <sup>bc</sup>	1,07	0,001	44,1 <sup>z</sup>	71,7 <sup>y</sup>	0,88	0,001
DMO	71,5 <sup>b</sup>	69,7 <sup>bc</sup>	66,6 <sup>c</sup>	86,8 <sup>a</sup>	72,4 <sup>b</sup>	0,87	0,001	49,0 <sup>z</sup>	84,1 <sup>y</sup>	0,85	0,001

Los superíndices a, b, c, y, z indican diferencias con  $P$ -valor  $< 0,05$ .<sup>1</sup> Harina de camelina, <sup>2</sup> Torta de camelina, <sup>3</sup> Harina de girasol 36, <sup>4</sup> Harina de soja 44, <sup>5</sup> Harina de Colza 00, <sup>6</sup> Error estándar de la media, <sup>7</sup> Cascarilla de camelina y <sup>8</sup> Cascarilla de soja.

A modo de conclusión, la harina de camelina, por su contenido proteico y digestibilidad, parece ser un buen recurso proteico a utilizar en dietas de rumiantes. El alto contenido de extracto etéreo de la torta de camelina unido a un elevado contenido en proteína (aunque inferior a la harina de camelina), puede hacer que este producto resulte igualmente interesante. En cambio, el menor contenido en proteína, el elevado contenido en lignina y la baja digestibilidad *in vitro* de la cascarilla de camelina, no sugieren que pueda competir con la cascarilla de soja.

**Agradecimientos:** Trabajo realizado en el desarrollo del proyecto RTC-2015-3265-5 de I+D+i Retos de la Sociedad 2015 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> AOAC, Arlington, VA, EE.UU.
- Cappellozza, B.I., Cooke, R.F., Bohnert, D.W., Cherian, G., Carroll, J.A. 2012. J. Anim. Sci. 90: 4042-4054.
- Colombini, S., Broderick, G.A., Galasso, I., Martinelli, T., Rapetti, L., Russo, R., Reggiani, R. 2014. J. Sci. Food Agric. 94: 736-743.
- FEDNA 2015. <http://www.fundacionfedna.org>
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Kokkonen, T., Lampi, A.M., Toivonen, V., Shingfield, K.J. 2011. J. Dairy Sci. 94: 4413-4430.
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Shingfield, K.J., Simpura, I., Kokkonen, T., Jaakkola, S., Toivonen, V., Vanhatalo, A. 2017. J. Dairy Sci. 100: 305-324.
- Hurtaud, C., Peyraud, J.L. 2007. J. Dairy Sci. 90: 5134-5145.
- McDougall, E.I. 1948. Biochem J. 43: 99-109.
- Moriel, P., Navighu, V., Cappellozza, B.I., Gonçalves, E.P., Krall, J.M., Foulke, T., Cammack, K.M., Hess, B.W. 2011. J. Anim. Sci. 89: 4314-4324.
- Stern, M.D., Endres, M.I., 1991. Laboratory Manual, Department of Animal Science, University of Minnesota, 90-92.
- Tilley, J.A., Terry, R.A. 1963. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-111.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, P.A. 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

#### CAMELINA MEAL, CAMELINA EXPELLER AND CAMELINA HULLS: NUTRITIONAL CHARACTERIZATION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY

**ABSTRACT:** Few studies have focused on the use of camelina by-products in ruminants. The aim of the present study was to analyze and compare their chemical composition, dry matter (DMD) and organic matter digestibility (OMD). Five protein sources and two fiber sources were analyzed. The same ingredients were used to perform a modified Tilley and Terry *in vitro* technique (1963), in 2 periods with 3 replicates per treatment and period. Camelina meal showed a greater CP and NDF and lower EE values than camelina expeller (CE). Camelina meal CP content was lower than soybean meal 44 (SM) and similar to sunflower meal 36 (SFM) and rapeseed meal 00 (RM). Camelina expeller had the greatest EE content. Camelina hulls showed similar NDF and ADF content, greater ADL and lower CP content than soybean hulls. In the *in vitro* assay, SM showed the greatest DMD and OMD. Camelina meal and CE showed similar DMD and OMD. Camelina meal presented a greater DMD and OMD than SFM, but did not differ from RM. Dry matter digestibility of CE was the same as RM and SFM. Camelina hulls showed the lowest digestibility values.

**Keywords:** *Camelina sativa*, meal, expeller, hulls, protein sources