

TRATAMIENTO DE LA HARINA DE INSECTOS CON TANINOS: DEGRADACIÓN RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD INTESTINAL EN GANADO OVINO

González-Rosales, G.¹, Frutos, P.¹, Hervás, G.¹, Belenguer, A.¹, Mendoza, A.G.¹,
Fondevila, M.² y Toral P.G.^{1*}

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León. ²Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza; pablo.toral@csic.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en los sistemas de alimentación de rumiantes existe una gran dependencia de la harina de soja como fuente de proteína. Dicha dependencia es especialmente elevada en Europa debido a la prohibición del uso de harinas de carne y sus derivados en la alimentación de rumiantes, lo que obliga al uso, casi exclusivo, de fuentes de proteína vegetales.

Aunque se ha sugerido el uso de insectos como alternativa a las proteínas vegetales tradicionalmente utilizadas en los piensos (Makkar et al., 2014), hasta la fecha existen muy pocos trabajos en los que se haya caracterizado en rumiantes este tipo de alimentos proteicos (Jayanegara et al., 2017; Rashmi et al., 2018).

Por otro lado, se sabe que los taninos (tanto hidrolizables como condensados) pueden reducir la degradación ruminal de la proteína de la dieta y mejorar así el aporte de aminoácidos susceptibles de ser absorbidos en el intestino (Frutos et al., 2000; Hervás et al., 2000). No obstante, no tenemos referencia de que este tratamiento se haya utilizado hasta la fecha para proteger harinas de insectos.

Por lo tanto, este experimento se llevó a cabo con el objetivo de estudiar si el uso de taninos podría reducir la degradación ruminal de la proteína de harinas de insectos sin afectar a su digestibilidad intestinal, y así mejorar su utilización digestiva. Para ello, se evaluó el efecto del tratamiento de distintas harinas de insectos con taninos de roble y quebracho, y se comparó con la torta de soja como alimento de referencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 4 ovejas de raza merina (57,4 kg PV) provistas de cánula en el rumen. Los animales recibieron una dieta mixta completa (relación forraje:concentrado 60:40; MS = 91,6%; PB = 20,5%; FND = 31,4%), a un plano de 1,1 veces sus necesidades energéticas de mantenimiento (aprox. 900 g/animal y día).

Se estudiaron cuatro harinas de insectos: 1) larvas de gusano de la harina (*Tenebrio molitor*; 50,9% PB); 2) larvas de gusano rey (*Zophobas morio*; 37,8% PB); 3) larvas de escarabajo de la cama (*Alphitobius diaperinus*; 64,7% PB), y 4) adultos de grillo doméstico (*Acheta domesticus*; 69,9% PB). Además, como se ha indicado en el primer trabajo de González-Rosales et al. (2019), se utilizó una torta de soja (50,6% PB) como referencia.

Los alimentos (50 g), molidos a 2 mm, se trataron con un 15% de taninos, pulverizando con 30 mL de agua destilada con 7,5 g de extractos comerciales de roble (ROB, >65% taninos) o de quebracho (QUE, ≥69% taninos), comparados con una solución libre de taninos (Control). A continuación, los sustratos se secaron en estufa a 45 °C durante 48 horas.

La degradación ruminal se estudió mediante la técnica de las bolsas de nailon (Ørskov y McDonald, 1979). Para ello, se utilizaron bolsas Ankom (50 µm; R1020, Ankom Technology, EE. UU.) que se mantuvieron en el rumen de los animales durante 16 horas. Transcurrido el tiempo de incubación, las bolsas se lavaron a mano con agua fría, se congelaron durante 24 horas, se lavaron después en una lavadora con agua fría y finalmente se secaron a 45 °C durante 48 horas, para estimar la desaparición de la MS (DMS). Todos los residuos se molieron a 1 mm, analizándose después el contenido de PB (ISO 5983-2:2009) para estimar su desaparición (DPB). La digestibilidad intestinal de la proteína no degradada en el rumen (DIPNDR) de cada uno de los sustratos se determinó mediante la técnica *in vitro* descrita por Calsamiglia y Stern (1995).

Para cada tipo de alimento, los resultados se analizaron mediante un ANOVA utilizando el procedimiento MIXED del SAS (v9.4; SAS Inst. Inc., EE. UU.), con el tratamiento como efecto fijo y el animal como aleatorio. Las medias se ajustaron para comparaciones múltiples usando la corrección de Bonferroni.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento de la torta de soja con taninos disminuyó la DPB comparado con la torta no tratada (Tabla 1). La reducción media fue del 15% y, aunque no hubo diferencias significativas entre ROB y QUE, el resultado de DPB fue numéricamente menor con el primer tratamiento, lo que contribuiría a explicar que este redujera además la DMS ($P < 0,05$). Esta respuesta era previsible, dado el conocido efecto de los taninos protegiendo la proteína de la degradación ruminal (Frutos et al., 2000; Dentinho et al., 2014). También era esperable que la dosis utilizada de taninos no afectara negativamente a la digestibilidad intestinal de la proteína de este alimento de referencia, aunque se ha mostrado que el uso de dosis más altas o de otros extractos de taninos podrían llegar a reducirla (Frutos et al., 2000; Hervás et al., 2000; Dentinho et al., 2014). El valor de digestibilidad intestinal tendió a ser un 12% mayor en ROB que en QUE, pero sin que hubiera diferencias significativas respecto al control.

Tabla 1. Desaparición de materia seca (DMS; g/g) y de proteína bruta (DPB; g/g) tras 16 h de incubación ruminal y digestibilidad intestinal de la proteína no degradada en el rumen (DIPNDR; g/g) de los alimentos tratados o no con un 15% de taninos hidrolizables (ROB: roble) o condensados (QUE: quebracho).

	Tratamiento			eed ¹	Prob ²
	Control	ROB	QUE		
Torta de soja					
DMS	0,893 ^a	0,790 ^b	0,837 ^{ab}	0,0278	0,017
DPB	0,914 ^a	0,736 ^b	0,812 ^b	0,0318	0,002
DIPNDR	0,680	0,721	0,644	0,0234	0,062
<i>Tenebrio molitor</i>					
DMS	0,654	0,632	0,643	0,0107	0,190
DPB	0,486 ^a	0,390 ^b	0,417 ^b	0,0094	<0,001
DIPNDR	0,782 ^{ab}	0,796 ^a	0,723 ^b	0,0234	0,028
<i>Zophobas morio</i>					
DMS	0,839 ^a	0,786 ^b	0,797 ^b	0,0126	0,005
DPB	0,724 ^a	0,574 ^b	0,596 ^b	0,0161	<0,001
DIPNDR	0,703 ^b	0,780 ^a	0,702 ^b	0,0157	0,001
<i>Alphitobius diaperinus</i>					
DMS	0,789 ^a	0,714 ^b	0,684 ^b	0,0146	<0,001
DPB	0,778 ^a	0,648 ^b	0,620 ^b	0,0176	<0,001
DIPNDR	0,640 ^b	0,780 ^a	0,645 ^b	0,0127	<0,001
<i>Acheta domesticus</i>					
DMS	0,702	0,679	0,680	0,0134	0,201
DPB	0,702 ^a	0,635 ^b	0,632 ^b	0,0145	0,003
DIPNDR	0,728 ^a	0,757 ^a	0,645 ^b	0,0242	0,005

^{ab}Para cada alimento y parámetro, diferentes superíndices indican diferencias significativas.

¹Error estándar de la diferencia. ²Probabilidad.

Los resultados de DPB de las harinas de insectos siguieron el mismo patrón que los de la torta de soja, de forma que ROB y QUE redujeron su valor en todos los casos ($P < 0,05$), con descensos que variaron entre el 10% en el grillo doméstico (*Acheta domesticus*) y el 19% en las larvas de gusano rey (*Zophobas morio*). No se observó una relación evidente entre la magnitud de la respuesta y los valores de PB inicial de cada insecto o de su DPB en el tratamiento control. Como en el caso de la torta de soja, estos resultados podrían explicar también la variación de la DMS en *Z. morio* y *A. diaperinus* (-6 y -11%, respectivamente). Hasta donde sabemos, no hay otros estudios publicados sobre la protección de la proteína de los insectos frente a la degradación ruminal.

De igual forma, ante la falta de datos disponibles en la literatura, el efecto de los taninos sobre la digestibilidad intestinal de la proteína de los insectos solo puede compararse con alimentos de origen vegetal para los cuales hay publicada información. Como se discutió para la torta de soja, los valores de DIPNDR fueron significativamente mayores en el tratamiento ROB que

en QUE para los cuatro insectos ($P < 0,05$) y, sorprendentemente, también que los del control para *Z. morio* y *A. diaperinus*. Aunque trabajos previos habían mostrado reducciones o ausencia de efectos de los taninos sobre la digestibilidad intestinal (Hervás et al., 2000; Dentinho et al., 2014), podría especularse que diferencias entre ROB y QUE en la ruptura de los complejos tanino-proteína durante la incubación *in vitro* contribuyan a explicar nuestros resultados. En todo caso, aunque estos sugieren que el uso de taninos de roble podría resultar más ventajoso que los de quebracho para mejorar la utilización digestiva de la proteína de los insectos, sería imprescindible realizar estudios *in vivo* para confirmar dicho efecto, además de valorar el coste económico de uno y otro tipo de extractos. También sería necesario seguir avanzando en esta línea de investigación para examinar la posibilidad de obtener efectos similares con dosis más bajas, con taninos de menor pureza o de diferente origen, con el objetivo final de reducir los costes en condiciones prácticas. Por último, y dado el contenido relativamente alto de grasa de algunos insectos (González-Rosales et al., 2019), resultaría de gran interés estudiar el efecto potencial de estas estrategias nutricionales sobre el metabolismo lipídico en el rumen, al haberse demostrado un efecto positivo de algunos taninos sobre la acumulación ruminal de ciertos ácidos grasos deseables (e. g., ácidos linoleico y α -linolénico; Toral et al., 2018). En conclusión, el tratamiento de las harinas de insectos con 15% de extractos comerciales de taninos de roble o de quebracho resulta efectivo para proteger su proteína de la degradación ruminal. En lo que se refiere a la digestibilidad intestinal de la proteína no degradada en el rumen, en algunos casos los taninos de roble resultaron más ventajosos que los de quebracho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsamiglia, S. & Stern, M.D. 1995. J. Anim. Sci. 73: 1459-1465.
- Dentinho, M. T. P. et al. 2014. Small Rumin. Res. 119: 57-64.
- Frutos, P. et al. 2000. J. Agric. Sci., Camb. 134: 101-108.
- González-Rosales, G. et al. 2019. XVIII Jornadas de Producción Animal (AIDA)
- Hervás, G. et al. 2000. J. Agric. Sci., Camb. 135: 305-310.
- Jayanegara, A. et al. 2017. J. Indonesian Trop. Anim. Agric. 42: 247-254.
- Makkar, H. P. S. et al. 2014. Anim. Feed Sci. Technol. 197: 1-33
- Ørskov, E. R. & McDonald, I. 1979. J. Agric. Sci., Camb. 92: 499-503.
- Rashmi, K. M. et al. 2018. Indian J. Anim. Sci. 88: 731-735.
- Toral, P. G. et al. 2018. Animal 12: s272-s281.

Agradecimientos: P.G. Toral disfruta de un contrato Ramón y Cajal (RYC-2015-17230) del MINECO, cofinanciado por el Fondo Social Europeo.

TANNIN-TREATED INSECT MEALS: RUMINAL DEGRADATION AND INTESTINAL DIGESTIBILITY IN SHEEP

ABSTRACT: In ruminants, tannins may have beneficial effects on the digestive utilization of some feeds due to a reduction of their protein degradation in the rumen. This trial aimed at examining, for the first time, if these phenolic compounds would also improve the digestive utilization of protein-rich insect meals (from *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, *Alphitobius diaperinus* and *Acheta domesticus*). Four ruminally cannulated sheep were used to examine the *in situ* degradation of these feedstuffs, and soybean meal as a reference, which were treated with 0% (control) or 15% DM of tannin extracts from oak (ROB) or quebracho (QUE) and incubated. Intestinal digestibility of non-degraded protein was estimated *in vitro*. Both tannins were equally effective to protect the protein of insect meals from ruminal degradation, following a similar pattern than that observed in soybean meal. However, OAK might offer advantages over QUE in terms of intestinal protein digestibility. *In vivo* research would be needed to confirm these results.

Keywords: condensed tannins, hydrolysable tannins, *in situ* degradation, protein.