



# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CORDEROS ALIMENTADOS CON COMBINACIONES DE PULPA FRESCA DE NARANJA Y HENO DE ZACATE BUFFEL COMO FUENTES DE FIBRA

Por Ph. D. Eugenia Guadalupe Cienfuegos-Rivas\*, Ph. D. Arnoldo González-Reyna, M. C. Javier Hernández-Meléndez, D. C. A. Martín Antonio Ibarra-Hinojosa, M. C. Froylán Andrés Lucero-Magaña y D. C. A. Pedro Zárate-Fortuna  
\*Autora responsable: ecienfue@uat.edu.mx

## RESUMEN

Se utilizaron 20 corderos Dorper x Pelibuey (24.5 kg de peso vivo inicial, 3-4 meses de edad), que fueron alojados durante 60 días en corraletas metálicas con comederos y bebederos individuales, para evaluar el efecto de sustitución de pulpa fresca de naranja (PFN) por forraje (Heno de zacate buffel, HZB) sobre el comportamiento productivo (Ganancia de peso, GDP, consumo, CDA, y conversión de alimento, CA) y la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS), en dietas integrales para corderos en finalización. Se utilizaron cinco tratamientos como niveles de PFN en sustitución por HZB (Proporción PFN:HZB, T<sub>0</sub> = 40:0, T<sub>1</sub> = 30:10, T<sub>2</sub> = 20:20, T<sub>3</sub> = 10:30, y T<sub>4</sub> = 0:40 %). Las dietas y agua fresca se proporcionaron diariamente y a libre acceso. El alimento ofrecido y rechazado se pesó diariamente. Se observó un efecto cuadrático de la sustitución del HZB por PNF (P < 0.03) sobre el peso final, GDP, CDA ofrecido y en base seca y DAMS. Así mismo, se observó un efecto lineal positivo (P < 0.001) de CA sobre el alimento ofrecido y el coeficiente de digestibilidad de la materia seca a medida que los niveles de PFN se incrementaron en la dieta. La inclusión de PFN como fuente de fibra mejora el compor-

tamiento productivo y la DAMS, en dietas de finalización para corderos de pelo.

**PALABRAS CLAVE:** Dietas, finalización, subproductos, cítricos, ovinos, productividad.

## SUMMARY

Twenty Dorper X Pelibuey crossbred lambs (24.5 kg initial live weight 3-4 months old), they were held for the course of 60 days in a metallic barnyard with individual food and water trays, were used to evaluate the effects of substituting fresh orange pulp (FOP) by buffel grass hay (BGH) in finishing diets on lamb productive performance (daily weight gain, DWG, feed consumption, FC and feed conversion FCV) and on apparent digestibility of dry matter (ADDM). All lambs were maintained in steel cages, fitted with individual feeders and water drinkers during the study. Rations as fed were prepared daily, for each group and each animal, giving each lamb free choice of feed and water, according to their individual body weight. A total of five treatments (T) were used, where the level of FOP was substituted by BGH (FOP:BGH ratio), to offer 40 % of total fiber, as follows, T<sub>0</sub> = 40:0, T<sub>1</sub> = 30:10, T<sub>2</sub> = 20:20, T<sub>3</sub> = 10:30,

and T<sub>4</sub> = 0:40 %. Feed was prepared daily and feed and fresh water were offered daily and ad lib. A quadratic effect (P < 0.03) of substituting BGH by FOP was observed on final weight (FW), DWG, FC as offered and on a dry basis and on ADDM. A linear effect (P < 0.001) of FCV as offered and on the DM coefficient, as FOP increased in the ration. Adding FOP in the ration, as a fiber source, improves individual performance and ADDM in lambs fed finishing whole diets.

**KEY WORDS:** Finishing diets, citrus byproducts, hair sheep, productivity.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, los forrajes constituyen la base de la alimentación del ganado ovino. Sin embargo, su producción y calidad fluctúa durante el año y da como resultado una deficiencia de biomasa para consumo animal en la época de sequía (Martínez, 2004). Aunado a esto, con la apertura de la frontera con Estados Unidos y Canadá para la libre importación de granos y suplementos (sorgo, soya, harina, maíz, granos de destilería, entre otros), los productores mexicanos han sido seriamente afectados, ya que el precio de dichos insumos ha aumentado y de igual manera los costos de

producción. Lo anterior hace necesario la búsqueda e investigación de materias primas no convencionales, tales como los subproductos de la industria de extracción de jugos de cítricos y los residuos de cosechas.

El estado de Tamaulipas, en el noreste de México se caracteriza por ser una entidad productora de cítricos para la industria de extracción de jugo, la cual genera una gran cantidad de subproductos como la pulpa fresca de cítricos (PFC), o de naranja (PFN) y su potencial de producción sería de aproximadamente 140 millones de toneladas por año. La PFN se considera como una buena fuente de fibra, altamente fermentable y digestible en el rumen; contiene de 17 a 30% de materia seca, de 93 a 95% de materia orgánica, de 6 a 17% de proteína cruda (Macedo et al., 2007; Martínez et al., 2008; Quintero et al., 2008) y 79% de nutrientes digestibles totales (Macedo et al., 2007). Además, aporta cantidades importantes de sustratos energéticos para la actividad ruminal (Rojas-Bourrillón et al., 2001), debido al alto contenido de pectina, que es uno de los carbohidratos con más rápida tasa de degradación en rumen (Carvalho, 1995). Igualmente, su valor energético es comparable al de los granos utilizados en las raciones integrales y balanceadas (Sudweeks, 1977) ya que contiene 79.0% de carbohidratos totales (Macedo et al., 2007).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución de PFN por heno de zacate buffel (HZB), sobre el comportamiento productivo y la digestibilidad aparente de materia seca (DAMS), en dietas para corderos de engorda.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la posta zootécnica "Ing. Herminio García González", de la Unidad Académica



Multidisciplinaria de Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAMAC-UAT), localizada en el municipio de Güémez, Tamaulipas, México. Se utilizaron 20 corderos Dorper x Pelibuey con un peso vivo inicial (PI) de 24.5 kilogramos (kg), de 3-4 meses de edad, que fueron alojados durante 60 días (15 días de adaptación y 45 de prueba), en corraletas individuales, con comederos, bebederos y sombra. Cuatro corderos por tratamiento (T, n=5) fueron asignados bajo un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron cinco dietas formuladas con base en 40% de fibra (HZB o PFN) y 60% de concentrado (soya, harinolina de semilla de algodón, sorgo, grano seco de maíz de destilería, mezcla mineral y vitaminas, urea, sulfato de

amonio y melaza), siendo esta última parte constante en todas las dietas. De tal manera, que el 40% de fibra se sustituyó por su contraparte (PFN o HZB), como sigue: T<sub>0</sub>= 40% PFN + 0% HZB, T<sub>1</sub>= 30% PFN + 10% HZB, T<sub>2</sub>= 20% PFN + 20% HZB, T<sub>3</sub>= 10% PFN + 30% HZB y T<sub>4</sub>= 0% PFN + 40% HZB.

## Comportamiento productivo

Al inicio de la prueba y cada 15 días, los corderos fueron pesados individualmente; el alimento ofrecido diariamente se calculó con base en el 5% de peso vivo de los corderos y de acuerdo a las variaciones de peso durante el estudio. Además, el peso del alimento ofrecido y rechazado fue registrado diariamente a las 08:00 horas. El comportamiento productivo de los corde-

	TRATAMIENTO					E.S	EFECTOS		
	T0	T1	T2	T3	T4		LINEAL	CUADRÁTICA	CÚBICA
PI, Kg	25.12	24.12	25.00	24.62	24.62	1.09	----	----	----
PF, Kg	34.80	35.18	35.65	35.93	32.18	0.88	NS	*	NS
CDA BTO, Kg	3.13	2.93	2.57	1.98	1.25	0.11	**	*	NS
CDA BS, Kg	1.22	1.52	1.34	1.24	1.13	0.06	*	**	NS
GDP, Kg	0.23	0.25	0.26	0.26	0.17	0.02	NS	*	NS
CA BTO, kg	13.91	12.10	10.54	7.57	7.24	0.99	**	NS	NS
CA en BS, kg	5.42	6.29	5.48	4.78	6.60	0.49	NS	NS	**

### CUADRO 1

#### Comportamiento productivo de los corderos alimentados con diferentes niveles de pulpa fresca de naranja.

Efectos lineales, cuadráticos o cúbicos entre tratamientos a una  $P < 0.05$  (\*) y  $P < 0.01$  (\*\*).

CDA= Consumo diario de alimento, BTO= Base tal como se ofrece BS= Base seca, GDP= Ganancia diaria de peso, CA= Conversión alimenticia.

PI= Peso inicial

PF= Peso final

ros se evaluó con base en el cálculo de las variables, consumo de alimento (CDA, alimento ofrecido menos rechazado, kilogramos/día) en base tal como se ofreció (CDA/BTO) y en base seca (CDA/BS), ganancia diaria de peso (GDP, ganancia de peso dividida por el número de días, gramos/día), conversión alimenticia (CA, alimento consumido dividido por kg de aumento de peso, kg) y peso final (PF, kg).

#### Digestibilidad aparente de la MS

Al finalizar la prueba de comportamiento productivo, a cada cordero se le colocó una bolsa colectora de heces, colgando de la región del recto; durante cinco días las heces se colectaron y pesaron cada 24 horas. Igualmente, durante el mismo período se pesó el alimento ofrecido y rechazado. Se tomaron muestras de alimento ofrecido y de heces para su almacenamiento y análisis; las muestras se secaron en la estufa a 60° C (centígrados) por 48 horas. Se determinó el CDA de materia seca (CDA/MS, kg de alimento consumido, ajustado por la MS obtenida de secar la muestra de alimento ofrecido, kg), la DAMS (Total de nutrientes en la dieta consumida menos los nutrientes en las heces, g/CDA) y el coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca (CDAMS, total de nutrientes en la dieta consumida menos los nutrientes en las heces, %). El análisis químico de las dietas se realizó de acuerdo a

metodologías previamente descritas por AOAC (1990) y Van Soest et al. (1991) y validadas en otros estudios similares (Macedo et al., 2007).

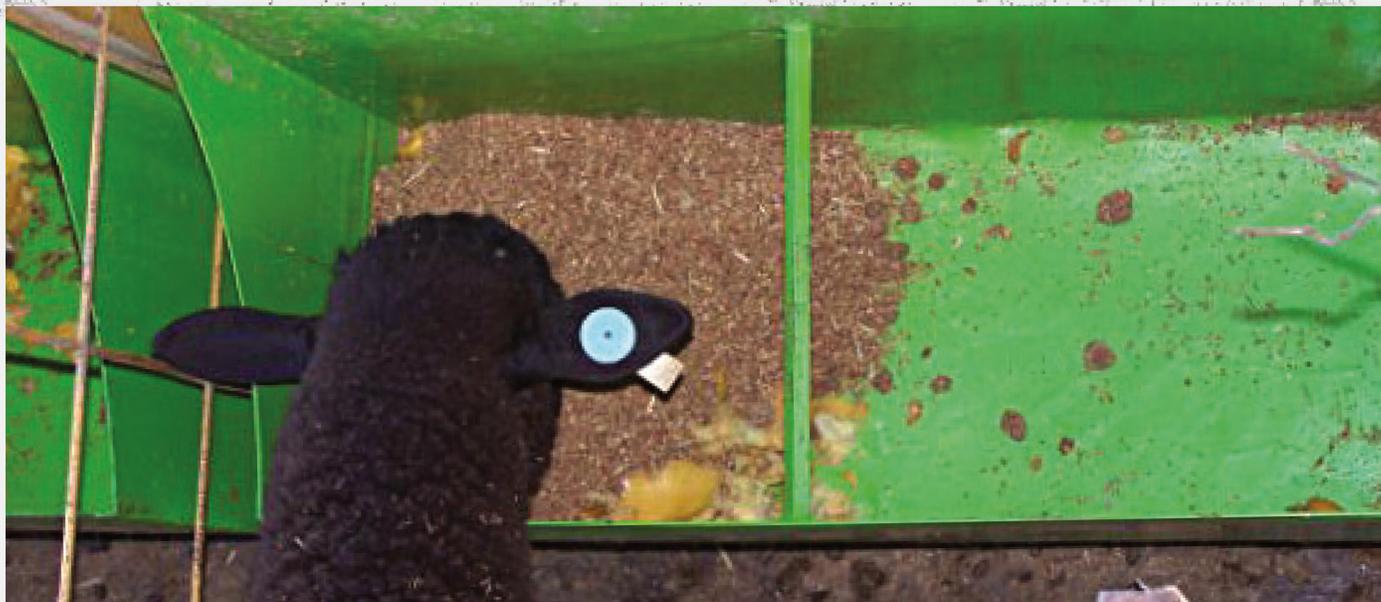
Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro animales por tratamiento. Se usó el método de contrastes de polinomios ortogonales para determinar los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y regresión, mediante el procedimiento PROC GLM (SAS, 2004).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PI de los corderos fue semejante entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ,  $24.7 \pm 1.09$  kg). Los resultados del comportamiento productivo de los corderos alimentados con diferentes niveles de PFN y HZB se ilustran en el Cuadro 1. Se observaron efectos lineales ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ) de los tratamientos sobre CDA en BTO y BS y CA en BTO, igualmente, efectos cuadráticos ( $P < 0.0230$ ) sobre el PF, GDP, CDA en BTO y BS y solamente un efecto cúbico sobre CA en BS. Los efectos lineales se entienden por la relación directa que se observó entre los tratamientos y los parámetros medidos; los efectos cuadráticos sobre CDA y GDP implican que la combinación de PFN y HZB en las dietas provocara un aumento seguido de una baja (o viceversa, una baja, seguida por un aumento) en los parámetros medidos.

Los corderos alimentados con las dietas T1, T2 y T3 presentaron mayores GDP (250 a 260 g) y consecuentemente tuvieron PF (>35 kg) más altos. Por otro lado, el máximo CDA en BTO, ocurrió para los corderos alimentados con T0 (3.13 Kg) y disminuyó sistemáticamente ( $P < 0.01$ ) en los otros tratamientos (3.13 a 1.25 kg), mientras que para CDA en BS, el máximo ocurrió en los corderos alimentados con T1 (1.52 kg) y varió ( $P < 0.05$ ) de 1.52 kg a 1.13 kg (T4). El CDA se da en relación a la GDP y la calidad del alimento, mientras que ambas características influyen directamente en el CA, de lo que se deduce que a mayor CA, el costo de alimentación es mayor. Los corderos alimentados con 60% de concentrado y 40% de HZB fueron los que tuvieron la GDP más baja (170 g) durante el período de engorda, lo que puede deberse a la menor calidad nutricional y específicamente de la fibra del HZB, en relación a la PFN; mientras que la GDP varió de 230 a 260 g, en los corderos alimentados con PFN, siendo mayor la GDP en los corderos alimentados con 10 y 20% de PFN.

Martínez y Fernández (1980) reportaron GDP de 312, 272 y 234 g cuando alimentaron los corderos con raciones con 0, 30 ó 60% de PFN, los cuales son comparables a los obtenidos en este estudio. Ellos concluyeron que los parámetros de crecimiento y digestibilidad medidos cambiaron



	TRATAMIENTOS					ERROR STANDAR	EFECTOS		
	T0	T1	T2	T3	T4		LINEAL	CUADRÁTICA	CÚBICA
CDA, Kg	1.22	1.52	1.34	1.24	1.13	0.06	**	*	NS
DAMS, Kg	0.89	1.30	0.92	0.98	0.75	0.07	*	**	NS
CDAMS, %	80.64	84.29	71.27	69.89	64.58	2.93	**	NS	NS

## CUADRO 2

Consumo (CDA), digestibilidad aparente (DAMS) y coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca (CDAMS) en corderos alimentados con diferentes niveles de pulpa de naranja fresca.

Efectos lineales, cuadráticos o cúbicos entre tratamientos a una  $P < 0.05$  (\*) y  $P < 0.01$  (\*\*).

CDA= Consumo diario de alimento, DMS= Digestibilidad aparente de materia seca, CDAMS= Coeficiente de digestibilidad aparente de materia seca.  
Error standar

cuando el nivel de PFN pasó de 30%, observándose una relación inversa entre el nivel de PFN en la dieta y la GDP, relación que no se observó en este estudio. Por otro lado, las GDP reportadas en el estudio de Martínez y Fernández (1980), son mayores a las reportadas en este estudio, que probablemente se deba a que estos autores utilizaron corderos de razas de lana.

Resultados de otros estudios indican ventajas de utilizar PFN o ensilado en la dieta. Scerra et al. (2001), concluyeron que corderos de lana alimentados con naranja ensilada produjeron canales con mejor conformación muscular y más bajo contenido de grasa dorsal, mientras que Volanis et al. (2006), encontraron una mayor producción de grasa, así como una mayor cantidad de sólidos totales no grasos en la leche en ovejas de razas lecheras.

El CDA en BTO fue más alto

( $P < 0.01$ ) en los corderos con la dieta T0 y T1, lo que se explica por el contenido de humedad de la PFN (75 a 80 %); que propicia un volumen mayor de alimento, a pesar de que el alimento ofrecido regularmente se calcula en BS. En general, el CDA en BTO fue bajando a medida que los niveles de PFN disminuyeron. En cambio, el CDA en BS fue más alto ( $P < 0.05$ ) con la dieta T1 (1.52 kg) y más bajo con la T4 (1.13 kg). Posiblemente se debe a la mayor digestibilidad de la MS de la PNF, el coeficiente de digestibilidad de la PFN varía de 75 a 80% (Basurto y Tejada, 1992; Macedo et al., 2007), que coincide con los resultados de este estudio (Cuadro 2). Resultados similares reportaron Basurto y Tejada (1992), quienes observaron con niveles de 0, 15, 30 y 45 % de PFN en raciones para corderos, el CDA de la MS fue de 1.13, 1.22, 1.34 y 1.32 kg, respectivamente; en este estudio los valores variaron de 1.13

a 1.52 kg.

Se observó un efecto lineal ( $P < 0.0001$ ) para CA en BTO, mientras que para CA en BS fue cúbico ( $P < 0.01$ ). La CA en BTO aumentó a medida que la cantidad de HZB fue sustituido por PFN en las dietas (T4, 7.24 y T0, 13.91 kg). Estos resultados son reflejo del nivel de humedad de la PFN consumida. De tal manera que los corderos alimentados con las dietas con PFN (10, 20, 30 o 40%) consumieron más alimento por kilogramo de ganancia, observándose una relación lineal. En cambio, para CA en BS, se observaron dos picos, correspondientes a las dietas T1 (6.29 kg) y T4 (6.6 kg), lo cual puede deberse a la mayor digestibilidad de la PFN o a un posible efecto de sinergismo en la degradación de la fibra de PFN y de HZB.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados para DAMS y para CDAMS. La sustitución del HZB por diferentes



niveles de PFN tuvo un efecto cuadrático sobre DAMS ( $P < 0.0094$ ) y un efecto lineal sobre CADMS ( $P < 0.0002$ ). La DAMS fue más alta en la dieta del T<sub>I</sub> (1.30 kg), produciéndose una digestibilidad del 84.3% de la MS consumida. El CDAMS incrementó en relación directa a los niveles de sustitución de PFN en la dieta. La DAMS en los corderos alimentados solamente con HZB fue menor (de 5 a 19%). La sustitución de PFN por HZB en las dietas para engorda de corderos tiene un efecto positivo sobre la DAMS, ya que fueron las dietas con 30 y 40% de PFN, donde mayor DAMS se observó. Rojas-Bourrillón et al. (2001) y Macedo et al. (2007), mencionan que el alto contenido de pectina en la PFN permite mejorar la DAMS y de otros nutrientes en los rumiantes. Lo anterior se debe a la alta degradabilidad que tiene en rumen dicho carbohidrato (90 a 100%). Macedo et al. (2007), sustituyeron 0, 25, 50 y 75% de ensilaje de sorgo por PFN y obtuvieron 68, 80, 77 y 75% de CDAMS, observándose un efecto cuadrático. Sus resultados difieren de los encontrados en este estudio y posiblemente se deba a que los ensilajes en general presentan mejor digestibilidad que los forrajes

secos, aunque en este estudio no se observa una tendencia a incrementar el CDAMS con los niveles de PFN, sin embargo, se observaron valores más altos para CDAMS en las dietas con más PFN (T<sub>0</sub> y T<sub>I</sub>, Cuadro 2).

### CONCLUSIÓN

La combinación de forraje de HZB y PFN en las dietas para finalización de corderos, mejora significativamente el comportamiento productivo y la DAMS.

Con base en los resultados del presente estudio, se recomienda utilizar de 25 a 50% de PFN, de la fibra total en la dieta, es decir, sustituir de 10 a 20 % de HZB por PFN.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Fomix Conacyt-Tamaulipas (Proyecto Clave Tamps-2003-Co2-05) y a la Fundación Produce Tamaulipas (Of.-FPT-079-06, 2006-2009, Folio 28-2006-5689), por el apoyo financiero brindado a través de proyectos otorgados a Arnoldo González R. Igualmente, el apoyo brindado por estudiantes graduados y de licenciatura y al personal de campo de la posta zootécnica de la Uamac-UAT. ▮

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. 15<sup>a</sup> ed. Arlington, VA.: Association of Official Analytical Chemists.
- Basurto, G. R. y Tejada, H.I. (1992). "Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón. Comparación de métodos para estimarla", en *Técnica Pecuaria en México*. 30(1): 13-22.
- Carvalho, M.P. (1995). "Citros", en *Simpósio sobre nutrição de bovinos*, FEALQ. Piracicaba, Brasil.
- Macedo, et al. (2007). "Apparent digestibility and nitrogen use of diets with different levels of fresh orange pulp", en *Archivos de Zootecnia*. 56(216): 907-917.
- Martínez, J., Chongo, B., Jordán, H., Hernández, N., Fontes, D., Lezcano, Y. y Cubillas, N. (2008). "Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas", en *Técnica Pecuaria en México*. 46(2): 183-193.
- Martínez, J. y Fernández, J. (1980). "Citrus pulp in diets for fattening lambs", en *Animal Feed Science & Technology*. 5(1): 11-22.
- Martínez, O. (2004). "Bancos de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería tropical", en *Estrategias de alimentación para ganado bovino en el trópico*. La Habana, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, EDICA.
- Quintero, J.A. et al. (2008). "Características bromatológicas de la pulpa fresca de cítricos con diferentes días de almacenamiento", en *XXXVI Reunión Anual. Asociación Mexicana de Producción Animal*, Monterrey, N. L., diciembre de 2008.
- Rojas-Bourrillón, A., Gamboa, L., Villareal, M., Viquez, E., Castro, R. y Poore, M. (2001). "La sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratada sobre la producción y composición láctea de vacas encastadas Holstein en el trópico húmedo de Costa Rica", en *Agronomía Costarricense*. 25(1): 45-52.
- SAS Institute, Inc. (2004). *SAS/STAT. Users guide software released 9.12*. Cary, N.C.: SAS Institute, Inc.
- Scerra, V., Caparra, Foti, F., Lanza, M. y Priolo, A. (2001). "Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality", en *Small Ruminant Research*. 40(1): 51-56.
- Sudweeks, E.M. (1977). "Digestibility by sheep of diets of citrus pulp, corn or soybean mill feed with three forages", en *Journal Dairy Science*. 60: 1410-1415.
- 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", en *Journal Dairy Science*. 74(10): 3583-3597.
- Volanis, M., Zoiopoulos, P., Panagou, E. y Tzerakis, C. (2006). "Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes", en *Small Ruminant Research*. 64(1-2): 190-195.