

Artículo científico

Sustitución del grano de maíz por bagazo de limón deshidratado en dietas de recría de vaquillonas

Substitution of corn grain for dehydrated lemon bagasse in rearing heifer's diets

A. López^{1,2}; J.A. Nasca^{3*}; O. Hernández¹; H. Fissolo¹; M. Zimerman³; D. Bottegal³; A. Molina³; V. Royo³; C. Franck⁴; J.I. Arroquy^{5,6,7}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA - Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina.

² Facultad de Agronomía y Agroindustria, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

³ Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Tucumán, Argentina. *E-mail: nasca.jose@inta.gob.ar.

⁴ Asesor privado.

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA - Cesáreo Naredo, Buenos Aires, Argentina.

⁶ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

⁷ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la sustitución del grano de maíz (GM) por niveles crecientes de bagazo de limón deshidratado (BLD) en dietas de recría de vaquillonas. Se utilizaron 40 vaquillonas Braford ($158 \pm 3,5$ kg PV inicial) asignadas aleatoriamente en 20 corrales, siendo cada corral la unidad experimental. Se generaron cuatro tratamientos a partir de la inclusión de proporciones crecientes de BLD en la dieta (0, 15, 30 y 45 % MS) en reemplazo del GM. La duración del ensayo fue de 90 d. Se evaluó el peso vivo final (PV_f), el aumento medio diario (AMD), el consumo de ración (CMS), la conversión alimenticia (EC), el espesor de grasa dorsal (EGD) y el área de ojo de bife (AOB). Se recolectaron muestras individuales de cada ingrediente y muestras compuestas de las raciones ofrecidas para la determinación de la composición química. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones por tratamiento. Los resultados fueron analizados utilizando el procedimiento GLM de SAS, siendo declaradas diferencias con $P < 0,05$. La sustitución parcial o total del GM por el BLD no generó diferencias significativas sobre el PV_f ($P = 0,61$), CMS ($P = 0,59$), AMD ($P = 0,35$), EC ($P = 0,29$), AOB ($P = 0,19$) y EGD ($P = 0,17$). Se concluye que el bagazo de limón es un subproducto que puede sustituir en forma parcial o total al grano de maíz en dietas de recría sin afectar el desempeño animal.

Palabras clave: Bagazo de limón deshidratado; Grano de maíz; Recría de vaquillonas; Aumento medio diario.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the substitution of corn grain (CG) for increasing levels of dehydrated lemon bagasse (DLB) in rearing heifer's diets. Forty Braford heifers (158 ± 3.5 kg LW) were randomly assigned in 20 pens, considering each pen as an experimental unit. Four treatments were generated from the inclusion of increasing proportions of DLB in the diet (0, 15, 30, and 45% DM) in replacement of the corn grain. The experiment lasted 90 d. Final live weight (FLW), average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI), feed conversion (feed:gain), backfat thickness (BFT), and rib eye area (REA) were evaluated. Individual samples of each ingredient and composite samples of the offered rations were collected for the determination of the chemical composition. The experimental design was completely randomized with 5 repetitions per treatment. The results were analyzed using the GLM procedure of SAS, being declared differences with $P < 0.05$. The partial or total substitution of the GM for the DLB did not generate significant differences on the FLW ($P = 0.61$), DMI ($P = 0.59$), ADG ($P = 0.35$), feed conversion ($P = 0.29$), REA ($P = 0.19$), and BFT ($P = 0.17$). It is concluded that DLB is a co-product that can partially or totally replace the corn grain in rearing diets without affecting animal performance.

Keywords: Dehydrated lemon bagasse; Corn grain; Rearing heifers; Average daily gain.

Recibido: 29/10/2020; Aceptado: 23/11/2020.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Introducción

En el noroeste argentino se genera una diversidad de subproductos y residuos agroindustriales con gran potencial para la alimentación de rumiantes. En muchos casos estos residuos constituyen un problema para la agroindustria ya que contaminan el medio ambiente al descomponerse, o sirven de incubación a insectos indeseables. Por otra parte, el incremento en los costos de los insumos alimenticios tradicionales (*e.g.* granos) ha promovido la búsqueda de alternativas alimenticias de menor costo y de buen valor nutritivo (Manterola y Cerda, 2014.).

Dentro de la producción agroindustrial, una actividad de gran importancia para la Argentina es la citricultura. La producción nacional de limones de la última década fue de 1,4 millones de toneladas, concentrándose cerca del 80 % de esta producción en la provincia de Tucumán. Aproximadamente el 75 % de este volumen se industrializa, un 17 % se exporta como fruta fresca y un 8 % es destinado para consumo interno (MAGyP, 2019). El procesamiento de cítricos da origen a subproductos (*e.g.* cáscara, membranas, cantidades variables de semillas y jugos) con ciertas particularidades en su composición química que los hacen interesantes como sustitutos de los granos en las dietas de terminación (Bittner *et al.*, 2013; Bastos *et al.*, 2015; Gouvêa *et al.*, 2016).

El bagazo de limón (BL) es un subproducto de la industria de los cítricos, generado a partir de la extracción de zumo, que posee en su composición elevados contenidos de pectina y bajos niveles de almidón comparado con los granos comúnmente utilizados en las raciones de recría y engorde en la Argentina (Pordomingo, 2005; Bampidis y Robinson, 2006). La pectina es un carbohidrato estructural (forma parte de la pared celular) altamente digestible que se metaboliza rápida y extensamente en el rumen a ácidos grasos volátiles (Kim *et al.*, 2007). Debido a estas características, el BL es considerado un subproducto energético, pero con patrones de fermentación similares a los componentes fibrosos. Existen reportes donde la fermentación de BL produjo menores cantidades de ácido láctico con alteraciones mínimas en el pH ruminal (Villarreal *et al.*, 2006). A su vez, en un ensayo realizado con cabras, la sustitución del 100 % de la fracción energética por pulpa de cítrico deshidratada resultó en un incremento en el pH ruminal y en la producción de acetato (López *et al.*, 2014).

Recientemente, aunque no se observaron modificaciones en el pH ruminal, la inclusión de niveles del 20 % de pulpa de naranja incrementó el consumo y mejoró la digestibilidad de la dieta en corderos (Tadayon *et al.*, 2017). Fondevila *et al.* (2002) sugirieron que la pectina mejora la fermentación ruminal al aumentar la tasa y/o grado de adhesión microbiana a las partículas de alimento, aspecto destacado sobre todo cuando se formulan raciones con contenidos elevados de fibra. Existen antecedentes que reportan efectos positivos sobre la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) cuando se sustituye al grano de maíz (GM) por pulpa de cítrico (Bueno *et al.*, 2002; Miron *et al.*, 2002). Si bien existen antecedentes sobre el uso de bagazo de cítricos en alimentación ganadera, como sucede con muchos subproductos, el contenido de nutrientes varía según el ambiente, genotipos, y los procesos industriales (Bampidis y Robinson, 2006).

En base a lo descripto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la sustitución del GM por niveles crecientes de bagazo de limón deshidratado (BLD) en dietas de recría de vaquillonas.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado siguiendo el protocolo avalado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación (CICUAE) perteneciente al centro regional INTA Tucumán-Santiago del Estero. El estudio se llevó a cabo en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS) de INTA, ubicado en Leales, Tucumán. Se evaluaron niveles crecientes de inclusión de BLD como reemplazo del GM partido en raciones de recría. Se utilizaron 40 vaquillonas Braford ($158 \pm 3,5$ kg peso vivo inicial [PVi]) asignadas aleatoriamente en 20 corrales con 2 animales cada uno, siendo cada corral la unidad experimental. La duración del ensayo fue de 90 d. Antes de comenzar el ensayo, las vaquillonas fueron tratadas con antiparasitario interno (4 ml Doramectina 1 %, vía subcutánea) y un complejo con vitaminas A, D y E (4 ml, vía subcutánea). Se generaron cuatro tratamientos a partir de la inclusión de proporciones crecientes de BLD en la dieta (0, 15, 30 y 45 % MS) en reemplazo del GM. Las dietas formuladas fueron isoproteicas lo que se logró equilibrando las proporciones de los ingredientes utilizados. El BLD fue provisto por la empresa Ganadera Caburé. Las tablas 1 y 2 re-

Tabla 1. Composición química de los distintos ingredientes utilizados para la elaboración de las dietas.

Ítem	Silaje maíz	Grano maíz	Harina soja	Bagazo de limón	Urea
MS (%)	35,68	83,79	89,53	90,16	99
PB (% MS)	8,31	10,87	45,14	5,83	281
FDN (% MS)	44,20	8,97	11,38	32,89	-
FDA (% MS)	21,09	4,10	7,54	26,99	-

MS: materia seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; FDA fibra detergente ácido.

Tabla 2. Composición química de las dietas evaluadas en cada tratamiento.

		BLD			
		0	15	30	45
Composición raciones (%)	Silaje de maíz	40,20	39,40	38,70	38,00
	Grano de maíz	45,00	30,00	15,00	0,00
	Harina de soja	14,40	15,20	15,90	16,60
	Bagazo de limón	0,00	15,00	30,00	45,00
	Urea	0,40	0,40	0,40	0,40
Composición química	EM (Mcal/Kg MS)	2,90	2,80	2,71	2,61
	PB (% MS)	13,99	14,01	14,01	14,00
	FDN (% MS)	24,36	28,56	32,85	37,11
	FDN _{ef} (% MS)	16,28	17,56	18,87	20,18
	TDN (% MS)	78,30	75,80	73,20	70,70

BLD: niveles de inclusión de bagazo de limón deshidratado como % MS de la ración; EM: energía metabolizable; PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; FDN_{ef}: contenido de FDN físicamente efectiva; TND: total de nutrientes digestibles estimado según ecuaciones de NASEM (2016).

portan la composición química de los ingredientes y de las dietas para cada tratamiento respectivamente. Las raciones se ofrecieron una vez al día (8 am) restringiéndose la oferta de alimento al 2,2 % PV. Los animales tuvieron libre acceso al agua de bebida. Se recolectaron muestras individuales de cada ingrediente y muestras compuestas de las raciones ofrecidas 2 veces por semana para la determinación de la composición química y el contenido de fibra físicamente efectiva (FDN_{ef}; % MS). Las muestras fueron congeladas (-18 °C) hasta su análisis en laboratorio. Se pesaron los animales cada 28 días. El aumento medio diario (AMD) de PV se obtuvo a partir de la diferencia entre el PV_i y el peso vivo final (PV_f) de los animales. Coincidiendo con la determinación del peso, se evaluó el espesor de grasa dorsal (EGD), como estimador del nivel de engrasamiento de los animales, y el área de ojo de bife (AOB) del músculo *Longissimus dorsi*, como indicador del crecimiento muscular durante la etapa de recría mediante la técnica de ultrasonografía con un ecógrafo Aquila vet (Esaote Pie Medical).

Procesamiento de las muestras y análisis de laboratorio

Las muestras de alimento fueron secadas parcialmente en estufa de aire forzado (96 h a 55 °C), pesadas y molidas (molino Wiley No. 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) a través de una ma-

lla de 1 mm. Las muestras molidas luego fueron expuestas durante 24 h a 105 °C para la determinación de la materia seca final. En las muestras de alimento se determinó FDN y FDA con ANKOM-Fiber Analyzer 200 (ANKOM Technology, Fairport, NY, USA), siguiendo el procedimiento descrito por Van Soest *et al.* (1991), mientras que para determinar N total se siguió el procedimiento Kjeldahl (AOAC, 1990). El contenido de FDN_{ef} de las raciones fue calculado multiplicando el factor de efectividad física (fef) por el contenido de FDN correspondiente. El valor del fef se obtuvo sumando las proporciones de las partículas de alimento retenidas en las bandejas de 19 y 8 mm del separador de partículas Penn State (Lammers *et al.*, 1996).

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones por tratamiento, siendo el corral la unidad experimental. Los resultados de las variables evaluadas PV, consumo de materia seca (CMS), AMD, eficiencia de conversión del alimento (EC), AOB y EGD fueron analizados utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Para las comparaciones de las medias de los tratamientos se utilizó la opción LSMEANS de SAS con un nivel de significancia del 5 %.

Resultados y discusión

La sustitución parcial o total del GM por BLD no generó diferencias significativas sobre el PV_f ($P = 0,61$), CMS ($P = 0,59$), AMD ($P = 0,35$) y EC ($P = 0,29$) en las vaquillonas de recría (Tabla 3). Estos resultados difieren a los obtenidos por Cribbs *et al.* (2015) quienes indicaron una disminución lineal en el CMS y en el AMD en vaquillonas cuando se incluyó pulpa de cítrico (PCi) deshidratada hasta un 20 % MS en reemplazo del GM (copos). Sin embargo, Gouvêa *et al.* (2016), informaron una interacción entre el método de procesamiento del GM (copos vs partido) y el nivel de inclusión de PCi. Los autores señalaron que la concentración de energía neta de la PCi es similar al GM partido pero inferior al GM en copos. En nuestro estudio, el GM incorporado a las dietas estuvo partido lo que explicaría las respuestas observadas.

Es importante mencionar que los tratamientos extremos (es decir, 0 y 45 % BLD) difirieron en más de 10 % en el contenido de FDN. Si bien, en el presente estudio no se determinó la digestibilidad de la FDN, un aumento en la utilización del BLD pudo haber compensado el incremento en la fibrosidad de la dieta como consecuencia de la sustitución del GM por BLD. Como se puede observar en la Tabla 2, los contenidos de FDN_{ef} estuvieron bastante por encima del valor mínimo recomendado (rango 7 - 10 % FDN_{ef}) para mantener un rumen funcional y saludable en bovinos,

incluso cercanos a los valores que maximizan la digestión de la fibra y el rendimiento microbiano (20 % FDN_{ef} ; Fox y Tedeschi, 2002). El término FDN_{ef} está relacionado al tamaño de partícula, y es una referencia de la capacidad que tiene el alimento para estimular la masticación (Mertens, 1997). Una reducción en el tamaño de partículas, especialmente en dietas con elevado nivel de forraje, incrementaría la tasa de pasaje a través del rumen permitiendo un aumento en el consumo de alimento por parte de los animales (Allen, 2000). Sin embargo, partículas con tasas de pasaje rápidas tienen un impacto mínimo sobre la digestión ruminal (Yang y Beauchemin, 2006), por lo que un aumento en el consumo de FDN_{ef} pudo haber incrementado el área de superficie de contacto para la unión microbiana debido a un aumento en la eficiencia de masticación (Park *et al.*, 2015). En el presente ensayo, se observó un aumento en el contenido de FDN_{ef} producto de la inclusión de BLD, pero el AMD no fue alterado, lo que podría ser explicado por una mejora en la utilización ruminal de la fracción fibrosa de la dieta. La falta de efecto de los tratamientos sobre el CMS fue una respuesta esperable como consecuencia del manejo nutricional aplicado sobre los animales (consumo restringido al 2,2 % PV).

Con respecto a los parámetros evaluados por ultrasonografía (Tabla 4), no se observaron diferencias significativas en los valores finales de AOB ($P = 0,19$) y EGD ($P = 0,17$) ratificando que la cur-

Tabla 3. Efecto de la inclusión de bagazo de limón en raciones de recría sobre el desempeño en vaquillonas.

Ítem	BLD				EEM	F	P-valor
	0	15	30	45			
PV (kg)							
Inicial	157,1	158,8	157,7	156,5	1,65	0,36	0,79
Final	229,9	229,9	236,3	231,7	3,82	0,62	0,61
CMS (% PV)	2,3	2,3	2,2	2,2	0,03	0,66	0,59
AMD (kg/d)	0,82	0,80	0,88	0,85	0,03	1,18	0,35
EC (kg/kg)	5,4	5,6	5,0	5,2	0,22	1,36	0,29

BDL: niveles de inclusión de bagazo de limón (% MS); EEM: error estándar de la media; PV = peso vivo; CMS: consumo materia seca; AMD: aumento medio diario; EC: eficiencia de conversión del alimento.

Tabla 4. Efecto de la inclusión de bagazo de limón en raciones de recría sobre la composición corporal en raciones de vaquillonas.

Ítem	BLD				EEM	F	P-valor
	0	15	30	45			
AOB (cm ²)							
Inicial	27,03	28,20	29,21	28,79	1,29	0,54	0,66
Final	36,36	36,20	39,86	37,30	1,27	1,76	0,19
EGD (mm)							
Inicial	2,93	3,10	2,75	2,96	0,16	0,89	0,47
Final	3,88	4,60	4,32	4,19	0,22	1,89	0,17

BDL: niveles de inclusión de bagazo de limón (% MS); EEM: error estándar de la media; AOB: área de ojo de bife; EGD: espesor de grasa dorsal.

va de crecimiento de distintos grupos de animales no fue alterada por los tratamientos. En relación a esto, antecedentes previos reportaron una correlación positiva entre el consumo de energía metabolizable y la deposición de grasa subcutánea (Realini *et al.*, 2004; Duckett *et al.*, 2007), sugiriendo que la concentración energética fue similar entre las raciones evaluadas en este ensayo. Sin embargo, la utilización de dietas de recría en animales jóvenes determina que la mayor parte del aumento de peso esté relacionada con un incremento de la masa muscular, lo que podría estar relacionado a la falta de significancia observada en los valores de EGD.

Conclusiones

En base a lo observado en este trabajo, se concluye que el bagazo de limón es un subproducto que tiene el potencial de sustituir en forma parcial o total al grano de maíz en dietas de recría sin afectar el desempeño animal en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia, ni sobre los parámetros evaluados en la canal.

Agradecimientos

Se agradece al personal de campo del Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS), a la Asociación Cooperadora INTA Leales y a la empresa Ganadera Caburé - Ing. Mortarotti.

Referencias bibliográficas

- Allen M.S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83: 1598-1624.
- AOAC, Association of Analytical Chemists. (1990). Official methods of analysis, 15th Ed. AOAC, Arlington, VA, EEUU.
- Bampidis V.A., Robinson P.H. (2006). Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology* 128: 175-217.
- Bastos M.P.V., Carvalho G.G.P.D., Pires A.J.V., Silva R.R.D., Carvalho B.M.A.D., Brandão K.C., Maranhão C.M.D.A. (2015). Impact of total substitution of corn for soybean hulls in diets for lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 44: 83-91.
- Bittner C.J., Nuttelman B.L., Scheider C.J., Burken D.B., Klopfenstein T.J., Erickson G. E. (2013). Effects of feeding increasing levels of soyhulls in finishing diets with WDGS. *Nebraska Beef Cattle Report* 88-89.
- Bueno M.S., Ferrari E., Bianchini D., Leinz F.F., Rodriguez C.F.C. (2002). Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Ruminant Research* 46: 179-185.
- Cribbs J.T., Bernhard B.C., Young T.R., Jennings M.A., Burdick Sanchez N.C., Carroll J.A., Callaway T.R., Schmidt T.B., Johnson B.J., Rathmann R.J. (2015). Dehydrated citrus pulp alters feedlot performance of crossbred heifers during the receiving period and modulates serum metabolite concentrations before and after an endotoxin challenge. *Journal of Animal Science* 93: 5791-5800.
- Duckett S.K., Neel J.P.S., Sonon R.N., Fontenot J.P., Clapham W.M., Scaglia G. (2007). Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: II. Ninth tenth eleventh-rib composition, muscle color, and palatability. *Journal of Animal Science* 85: 2691-2698.
- Fondevila M., Barrios Urdaneta A., Balcells J., Castriello C. (2002). Gas production from Straw incubated in vitro with different levels of purified carbohydrates. *Animal Feed Science and Technology* 101: 1-15.
- Fox D.G., Tedeschi L.O. (2002). Application of physiologically effective fiber in diets for feedlot cattle. En: Proceedings of the plains nutrition conference. EEUU: Gouvêa V.N. Batistel F., Souza J., Chagas L.J., Sitta C., Campanili P.R.B., Galvani D.B., Pires A.V., Owens F.N., Santos F.A.P. (2016). Flint corn grain processing and citrus pulp level in finishing diets for feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 94: 665-677.
- Kim S.C., Adesogan A.T., Arthington J.D. (2007). Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets supplemented with dried citrus pulp. *Journal of Animal Science* 10: 2548-2555.
- Lammers B.P., Buckmaster D.R., Heinrichs A.J. (1996). A simple method for the analysis of particles sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science* 79: 922-928.
- López M.C., Estellés F., Moya V.J., Fernández C. (2014). Use of dry citrus pulp or soybean hulls as a replacement for corn grain in energy and nitrogen partitioning, methane emissions, and milk performance in lactating Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy Science*. 97: 7821-7832.
- MAGyP. (2019). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Cadena del limón. En: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/LIMON_Resumen_Cadena_Septiembre_2019.pdf, consulta: noviembre 2020.
- Manterola H., Cerda D. (2014). Transformación de los subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en cerne y leche. INTA. Bonvernavé, Argentina.
- Mertens D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy*

- Science 80: 1463-1481.
- Miron J., Yosef E., Ben-Ghedalia D., Chase L.E., Bauman D.E., Solomon R. (2002). Digestibility by dairy cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. *Journal of Dairy Science* 85: 89-94.
- NASEM (2016). Nutrient requirements of beef cattle. 8th rev. ed. The National Academy Press, EEUU.
- Park J.H., Kim K.H., Park P.J., Jeon B.T., Oh M.R., Jang S.Y., Sung S.H., Moon S.H. (2015). Effects of physically effective neutral detergent fibre content on dry matter intake, digestibility and chewing activity in beef cattle fed total mixed ration. *Animal Production Science* 55: 166-169.
- Pordomingo A.J. (2005). Feedlot: Alimentación, diseño y manejo. INTA-EEA Anguil. Argentina.
- Realini C.E., Duckett S.K., Brito G.W., Dalla Rizza M., De Mattos D. (2004). Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66: 567-577.
- Tadayon Z., Rouzbehan Y., Rezaei J. (2017). Effects of feeding different levels of dried orange pulp and recycled poultry bedding on the performance of fattening lambs. *Journal of Animal Science* 95: 1751-1765.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., 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.
- Villarreal M., Cochran R.C., Rojas-Bourrillon A., Murillo O., Munoz H., Poore M. (2006). Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet. *Animal Feed Science and Technology* 125: 163-173.
- Yang W.Z., Beauchemin K.A. (2006). Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. *Journal of Dairy Science* 89: 217-228.