

Evaluación de la desaparición *in rumen* de dos harinas de semilla de *Ricinus communis* L. como ingrediente alternativo para rumiantes

Felipe Vázquez Villaseñor¹, Rogelio Orozco Hernández², Idalia Ruiz García², Víctor Fuentes Hernández²
Ingeniería en Sistemas Pecuarios¹, Cuerpo Académico Sistemas Pecuarios (CA-330)²
Departamento de Ciencias Biológicas²
Universidad de Guadalajara
Tepatitlán de Morelos, Jal.; México
rorozco@cualtos.udg.mx

Abstract— The aim of the present trial was to assess the in rumen disappearance *Ricinus communis* L. seed (roasted vs. untreated) to be used in ruminant feeding. Data were submitted to statistical analysis, and in general roasting the seed improved the disappearance of dry matter compare to untreated seed ($P < 0.05$), and lowered that of organic matter ($P < 0.05$). The heat treatment increased the rumen solubility ($P < 0.05$), lowered the degradable portion ($P < 0.05$), without effect ($P > 0.05$) on the disappearance rate (%/h). It can be concluded that by roasting the seed improves its effect in the rumen, and it can be used as an alternative ingredient; nevertheless the heat resistant anti-nutritional factors have to be considered.

Keyword— *Ricinus seed meal, rumen, disappearance, kinetics.*

Resumen— El objetivo de este estudio fue evaluar la cinética de desaparición ruminal de dos harinas (sin tratar vs. rostizada) de semilla de *Ricinus communis* L. (higuerilla) para ser empleada en la alimentación de rumiantes. Los datos fueron analizados estadísticamente y en lo general se observó que rostizar la semilla mejora la desaparición de la materia seca ($P < 0.05$), y de manera inversa en el caso de la materia orgánica ($P < 0.05$). Además, rostizar la semilla aumentó su solubilidad a nivel ruminal ($P < 0.05$), disminuyendo la parte degradable ($P < 0.05$), sin afectar ($P > 0.05$) la tasa de desaparición (%/h). En conclusión, el rostizar la semilla mejora su efecto a nivel ruminal y puede considerarse como ingrediente alternativo, pero hay que valorar los factores anti-nutrimientales.

Palabras claves— *Harina de semilla de Ricinus, rumen, cinética, desaparición.*

I. INTRODUCCIÓN

El avance en el cambio climático y la producción de gases de efecto invernadero están relacionados estrechamente con el incremento en empleo de combustibles fósiles, tanto en la industria como para su uso en los diferentes medios de transporte [13, 14, 20]. Por ello, se buscan, transforman y usan combustibles que provengan de fuentes renovables con bajo impacto ambiental, tales como aceites no comestibles provenientes de vegetales [15]. En años recientes la producción de biocombustibles, incluido el biodiesel, emplea semillas que no son aptas para obtener aceite destinado al consumo humano, principalmente aquellas cuyo contenido en grasa es suficientemente atractivo, como por ejemplo el uso de la semilla de *Ricinus communis* L. (conocida como higuerilla), la cual ha ampliado su uso en esta industria [20]. Sin embargo, durante la extracción comercial del aceite, para su uso como biocombustible, se genera un residuo sólido conocido como harina o pasta. Dicho residuo en el caso de las oleaginosas de donde se obtiene el aceite para consumo humano son ya tradicionalmente empleados como pastas proteicas en las explotaciones pecuarias intensivas.

Los subproductos o residuos provenientes de la extracción del aceite no comestible por su simple contenido de nutrimentos se pueden considerar como insumos alternativos para la alimentación animal

[1,11, 17]. Pero los sistemas pecuarios no deben simplemente utilizarlos por su contenido de nutrimentos y requieren de su evaluación constante, sobre todo cuando se trata de ingredientes considerados alternativos para su posible uso en raciones destinadas a ciertas especies animales. Desde hace varios años, a nivel mundial, la alimentación del ser humano ha incrementado su competencia con el animal por aquellos insumos (granos y semillas) antes considerados tradicionales para su uso exclusivo, los cuales le aportaban glúcidos, lípidos, proteína y nutrimentos esenciales. Pero en tiempos actuales la agroindustria transformadora así como la agricultura provee de ingredientes que se emplean de manera rutinaria en las raciones animales [21], tal es el caso de las pastas proteicas.

Ahora bien, la cantidad de residuos que resultan de la extracción de aceite tanto los empleables para consumo humano, como los destinados para ser empleados en la carburación del transporte o de la misma industria, por su contenido de nutrimentos son considerados como insumos alimenticio que pueden ser alternativas fuente de nutrimentos potencialmente utilizables en la nutrición animal [6, 11, 15,18, 23]. Pero muchos de los anteriores residuos por su contenido en paredes celulares limitan la disponibilidad de nutrimentos, por lo que su empleo en la alimentación de monogástricos se reduce, sin embargo para el rumiante, debido al equipo microbiano (bacterias, hongos, protozoarios) con que cuentan a nivel del rumen, puede emplearlos a través del proceso fermentativo como una fuente de nutrimentos.

Generalmente, antes de emplear los residuos de cualquier origen en la alimentación animal es necesario tener a la mano información necesaria, como por ejemplo su fue efecto en; consumo voluntario, digestibilidad, así como su valor nutricional [8], lo cual se reflejará necesariamente en la posterior producción de la especie animal que lo recibirá como ingrediente en su alimento, sobre todo en los que económicamente sea redituable. Tal es el proceso que debe hacerse a los residuos que se obtengan de la agroindustria de biocombustibles.

Por otro lado, la producción y uso de semillas de oleaginosas alternativas proveen de recursos renovables para la producción de aceite para ser empleado como biocombustible o biodiesel [1, 3]. Por ejemplo aquel derivado del procesado de las semillas no aptas para consumo humano, como es el obtenido de la planta de *Ricinus communis* L. (higuerilla) la cual por cada kilogramo de pasta o harina contiene (base seca); grasa 17.2 gramos, proteína 351.1 gramos; carbohidratos 501.4 gramos, el cual ha tomado un auge importante en los últimos años [19].

Algunos investigadores [4, 21] han empleado la harina de *Ricinus* en pollos como fuente de proteína y energía, con resultados promisorios en los parámetros zootécnicos. Sin embargo, poca investigación se ha realizado en relación en el empleo de la harina de *Ricinus communis* L. cuando se trata de obtener un producto que aporte nutrimentos al rumiante, sobre todo en la cinética de su uso a nivel ruminal. Por ello, al realizar el presente trabajo la información resultante podrá ser utilizada en cualquier tipo de explotación pecuaria dedicada a la engorda de ganado bovino. Ante esta situación y al no contar con estudios publicados que evidencien como afecta el tratamiento térmico, el objetivo del presente estudio fue evaluar la desaparición a nivel ruminal del residuo agroindustrial de la semilla de *Ricinus communis* L. con dos presentaciones (sin tratar y rostizada).

II. SITIO DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó parcialmente en las instalaciones del rancho El Verdineño, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) el cual se encuentra ubicado en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Así como en el Laboratorio de Nutrición y Forraje del Departamento de Ciencias Biológicas del Centro Universitario de Los Altos, de la Universidad de Guadalajara en Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

III. MÉTODOS

Muestras (140 mg/cm²; pesado con balanza analítica) de cada una de las dos presentaciones (sin tratar y rostizada) de harina de semilla de *Ricinus communis* L., fueron colocadas en bolsa de poliéster (modelo R510; con dimensión de 5 x 10 cm; porosidad de 50±15 micrones, Ankom Corporation, Fairport, NY, USA), las cuales se sellaron térmicamente. Las bolsas con el material a evaluar fueron deshidratadas a 70°C durante 24 horas en una estufa de aire forzado y después de transcurrido este periodo fueron pesadas de nueva cuenta.

Después las de poliéster se introdujeron en una bolsa de lavado con una dimensión de 25 x 40 cm, a la cual se le colocó un lastre de 150 gramos. Posteriormente estas fueron colocadas manualmente en el saco ventral del rumen (de dos bovinos con peso vivo de 400±50 kg), provistos cada uno de cánula en el saco dorsal. Los animales fueron alimentados con pasto Estrella de África (*Cynodon niemfuensis*) en verde, los animales también contaban con agua para consumo a libre acceso. Las bolsas de lavado fueron retiradas del rumen a las 0, 24, 48, así como a las 96 horas, e inmediatamente fueron lavadas manualmente con agua corriente a temperatura ambiente hasta que esta salió clara.

Cada bolsa de poliéster fue deshidratada en estufa de aire forzado durante 24 horas a 60°C, al final de este tiempo se colocaron en un desecador y posteriormente se pesaron en la báscula analítica para calcular la cantidad de materia seca (MS) que no desapareció a nivel del complejo retículo-rumen o considerada de sobrepaso hacia porciones posteriores. De igual manera, muestras de los residuos de MS fueron incinerados en un horno mufla a 500°C durante cuatro horas, y se calculó la materia orgánica (MO; 100-cenizas). Con los resultados obtenidos se calculó la cinética de desaparición a nivel del rumen de los componentes del residuo. Los anteriores hallazgos fueron utilizados para el cálculo de los componentes de la cinética empleando el método de regresión no lineal [$y(t) = a(t) + \exp(-bt)$].

IV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tanto los parámetros encontrados (mediadas en el tiempo) como los calculados de la cinética se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar utilizando el paquete estadístico SAS [22] y se estableció un alfa de 0.05 para declarar diferencias entre tratamientos. El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + a_i + e_{ij} \quad (1)$$

$$X_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

En el modelo anterior:

X_{ij}: valor numérico de cada vista

μ: media de la población

a_i: efecto de cada tratamiento evaluado

e_{ij}: es el efecto del error experimental.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como podrá observarse en la figura 1, inicialmente al entrar en contacto con el líquido del rumen la MS de la pasta rostizada tuvo valores más altos que la no sometida a tratamiento (P < 0.05). En cambio la desaparición de la MS a las 96 horas de incubación a nivel del rumen en el caso de la semilla rostizada fue ligeramente mayor (59.24% vs 61.23%, rostizada y normal, respectivamente; P > 0.05).

Siendo este tiempo lo máximo a que puede ser expuesto el ingrediente a la acción de la microbiota presente en el rumen. Por otro lado, la figura dos muestra la MO que desaparece al cabo de las 96 horas de su exposición al ambiente ruminal, la cual fue similar ($P > 0.05$; 76.93 vs 78.79% para normal y rostizada, respectivamente). El investigador Oliveira [19] reportó que el conjunto de ambas fracciones sumaba 65.76%, por encima de lo observado en este experimento.

En cambio los autores Veira de Barros *et al.* [23] reportaron un decremento de la digestibilidad de los nutrimentos a medida que la pasta de *Ricinus communis* L. sustituía a la pasta de soya en el alimento de vaquillas, pero incrementaban la digestión de glúcidos y del total de nutrimentos digestibles. Oliveira [19] observó un rango de 25 a 32% de fracción soluble en la pasta de *Ricinus communis* L., cantidad similar a lo encontrado en el presente estudio a diferencia que la de este autor no contenía casi lípidos. Con los datos de la desaparición *in situ* de la materia orgánica se puede estimar que una cantidad de 25 g de proteína microbiana fue obtenida a partir de este ingrediente alternativo.

En lo global, la desaparición de la MS en el líquido del rumen en el caso de la semilla rostizada fue mayor (57.68% vs 51.03%, rostizada y normal, respectivamente; $P < 0.05$). Los investigadores Veira de Barros *et al.* [23] reportaron un decremento de la digestibilidad a medida que la pasta de *Ricinus communis* L., obtenida como residuo de biodiesel, sustituía a la pasta de soya en el alimento de vaquillas, pero incrementaban la digestión de glúcidos y del total de nutrimentos digestibles.

Por otro lado, la porción de MS que desapareció al tiempo 0 horas (conocida como soluble), fue en promedio de 36.22%, siendo 35.34% más en el caso de la rostizada (46.40% vs 29.71%; rostizada y normal respectivamente; $P < 0.05$). Oliveira [19] observó un rango de 25 a 32% de la fracción denominada soluble presente en la pasta de *Ricinus communis* L, cantidad similar a lo encontrado en el presente estudio. Por otro lado, los investigadores Olivares-Palma *et al.* [18] en un estudio *in sacco* comparando siete residuos de la industria de obtención de biodiesel, incluido el de *Ricinus*, reportaron que la fracción soluble de la pasta de semilla de higuera era de solo 18.93%, inferior a pastas tradicionales como las obtenidas de coquito, girasol o algodón. El valor reportado por los autores es entre las 16 y 17.5 unidades porcentuales, menores a los valores encontrados en el presente experimento. Además, Oliveira *et al.* [20] en pastas de esta semilla tratadas con diferentes álcalis encontraron valores de porción que es soluble en el rumen era en promedio de 29%, siendo este parámetro aproximadamente 7 unidades porcentuales menor al encontrado en el presente experimento.

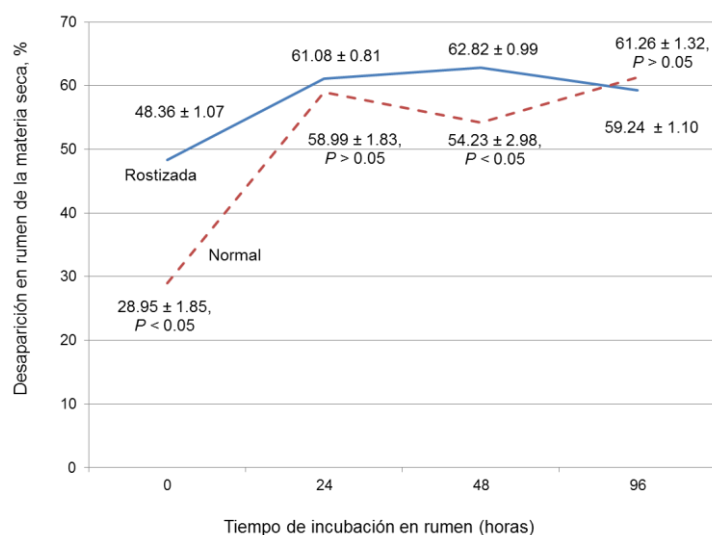


Fig. 1. Desaparición horaria, en el rumen, de dos pastas de *Ricinus communis*.

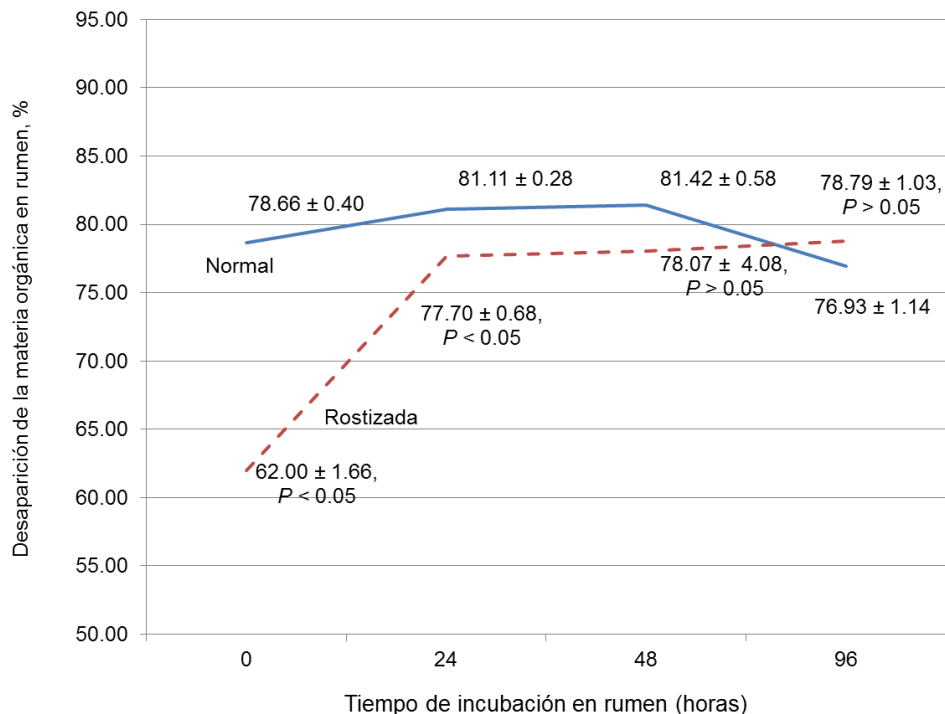


Fig. 2. Desaparición, en el rumen, de la materia orgánica de dos pastas de *Ricinus communis*.

Cabe mencionar que la cantidad de grasa residual reportada por los anteriores autores era de 43%, lo que pudiera haber protegido el producto de la acción microbiana, en cambio la empleada en el actual estudio solo contenía en promedio 20% (base seca). En el entendido que la extracción de grasa permite que la pasta resultante pueda ser expuesta a la colonización microbiana y a su aprovechamiento digestivo en el animal. En cambio, en el cuadro se puede observar que la porción considerada degradable, a nivel del complejo retículo-rumen del bovino, fue más alta en el residuo normal (13.93% vs 29.60%; rostizada y normal, respectivamente; P < 0.05). Esta cantidad representa la porción que emplean los microbios del rumen para satisfacer sus necesidades nutrimentales. Encontrándose de nueva cuenta que la tratada limita su uso. Por otro lado, Olivares-Palma et al. [18] encontraron que la pasta de *Ricinus* alta en grasa mostró un porcentaje de 30% en esta porción, valor similar a la normal del actual estudio y mayor que la rostizada. Oliveira et al. [20] en ovinos observaron que en promedio la degradación a nivel ruminal del residuo de biodiesel tratado con álcalis tenía valores de 62%, lo cual manifiesta el efecto benéfico de estos.

La fracción no degradable a nivel ruminal y que pudiera considerarse sobrepasante fue de 40.66% y 39.67% para el residuo rostizado y normal respectivamente (P > 0.05). Oliveira [19] reportó que el conjunto de ambas fracciones sumaba 65.76%, por encima de lo observado en este experimento. También los autores Olivares-Palma et al. [18] en su estudio in vitro reportan que la pasta de higuierilla mostraba valores de 47% de digestibilidad total, y aumentaba la producción de amoníaco (mg/dL). Aunado a lo anterior, la tasa de desaparición (unidad porcentual/hora) fue en promedio de 8.34 y de 8.06 para normal y rostizada (P > 0.05). Oliveira [19] empleando tratamientos alcalinos redujo la tasa de desaparición a 6%/hora, porcentual inferior al observado en el presente estudio. De igual manera Olivares-Palma et al. [18] observaron que la pasta de *Ricinus* con alto contenido de grasa mostraba una tasa de 4.5 a 5.5%/h la tasa de desaparición a nivel ruminal.

Tabla I. Cinética de desaparición ruminal de dos pastas de semilla de *Ricinus communis* L.

	Porción (%)			Tasa (% hora)
	Soluble	Degradable	No degradable	
Normal	29.71	29.60	39.67	8.34
Rostizada	46.40	13.93	40.66	8.06
Desviación Estandar	1.32	1.11	1.68	0.58
Probabilidad	0.001	0.001	0.07	0.06

Por otro lado, los autores Cobianchi et al. [9] empleando pasta de higuierilla con solo 7% de grasa y tratada con oxido de calcio encontraron que al remplazar porcentualmente (base seca) la pasta de soya por esta en el concentrado disminuía el consumo de los nutrimentos del alimento. De igual manera, la digestibilidad de la MS y de MO disminuía hasta en 12% al sustituir la pasta de soya. Investigadores tales como Carvalho Nicory et al. [19], Fernandes Franco Pompeu et al. [12], Nagalakshimi et al. [16], Oliveira et al. [20] y Vieira et al. [24] empleando ovinos en sus experimentos reportaron disminución del consumo de ovinos al integrar la pasta de *Ricinus* en el alimento como sustituto de pasta de soya. Otros [5, 10] en rumiantes en pastoreo reportaron poco efecto en la producción con la inclusión de la pasta en el alimento concentrado ofertado.

VI. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En conclusión, el rostizar la semilla de higuierilla mejora su aprovechamiento a nivel ruminal y puede considerarse como ingrediente alternativo. Por lo tanto, con los resultados de la desaparición en el rumen, y su cinética, observada en el presente estudio se puede ponderar que cuando se considere el empleo de residuos de la agroindustria de biocombustibles, como por ejemplo la harina de semilla de *Ricinus communis*, en la nutrición de rumiantes se contemple el efecto del tratamiento térmico sobre el consumo y aprovechamiento del alimento que la contenga a nivel tracto gastrointestinal de alimento, por parte de cualquiera de las especies animales que cuenten con este tipo de estructura digestiva. Pero hay que valorar la presencia de factores anti-nutrimientales que el calor no destruye. Lo anterior con el objeto de aprovechar aquellos residuos provenientes de la agroindustria relacionada con los biocombustibles, por su riqueza nutrimental como un ingrediente alternativo en la alimentación de especies animales que tengan posibilidad de aprovecharlos.

REFERENCIAS

- [1] Abdalla, A.L., Silva Filho J.C., Godois A.R., Carmos C.A., Eduardo J.L.P. 2008. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. Rev. Br. Zoot. Viçosa. 37(Supl. Especial):260-268.
- [2] Anadan, S., Anil Kumar G.K., Ghosh J., and Ramachandra K.S. 2005. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. Anim. Feed Sci. Tech. 120:159-168.
- [3] Anamelechi, G.C., Anugwa F.O.I., Nwaiwu J., and Okorie A.U. 1985. Castor bean: a potential livestock protein supplement in the tropics. Nutr. Rep. Int. 32:659-666.
- [4] Ani, A.O. 2007. Nutritive value of dehulled and cooked castor oil vean meal to broiler finishers. J. Agric., Food, Environ. Ext. 6:89-97.
- [5] Barros, L. V., Paulino M.F., Detmann E., Valadares Filho S.C., Lopes S.A., Rocha A.A., Valente E.E.L., and Almeida D.M. 2011. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. Rev. Br. Zoot. Viçosa. 40:843-851.

- [6] Benedeti, P.B., Campos J.M.S., Diniz L.L., Monnerat J.P.I.S., de Oliveira A.S., Pina D.S., Silva da L.D., Valadares-Filho S.C., and Valadares R.F.D. 2010. Effects of castor meal on the growth performance and carcass characteristics of beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1308-1318.
- [7] Carvalho Nicory, I.M., Giordano Pinto de Carvalho G., Lolato Ribeiro O., Costa Souza Nicory F., Santos Costa Lopes L., de Oliveira Nascimento C., Teixeira da Costa C.S., de Moraes C.J. 2014. Parámetros hepáticos en corderos alimentados con dietas que contienen harina de semilla de ricino desintoxicado. XXIV Congreso Brasileño de Ciencia Animal. Universidad Federal de Espírito Santo. 12 al 14 de mayo.
- [8] Ceballos, A., Noguera R.R., Bolivar D.M., Posada S.L. 2008. Comparación de las técnicas *in situ* de los sacos de nylon e *in vitro* (Daisy) para estimar cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Livest. Res. Rural Develop.* 20 (7). <http://www.Irrd.org/Irrd20/7ceba20108.htm>. Consultada el 10 de septiembre de 2014.
- [9] Cobianchi, J.V., Soares de Oliveira A., de Souza Campos J.M., Vasconcelos Guimarães A., de Campos Valadares Filho S., Pereira Cobianchi F., and Silva de Oliveira T.E. 2012. Productive performance and efficiency of utilization of the diet components in dairy cows fed castor meal treated with calcium oxide. *Rev. Br. Zootec.* 41:2238-2248.
- [10] Detmann, E., Fonseca-Paulino M., Lisboa-Valente É.E., Lopes S.A., Mageste de Almeida D., Rocha da A.A., Valadares-Filho S.C. and Vieira de Barros L. 2011. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. *Rev. Br. Zootec.* 40:843-851.
- [11] Diniz, L.L., S.C. Valadares Filho, J.M.S. Camos, R.F.D. Valadares, L.D. da Silva, J.P.I.S. Monnerat, P.B. Benedeti, A.S. de Oliveira and Pina D.S. 2010. Effects of castor meal on the growth performance and carcass characteristics of beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1308-1318.
- [12] Fernandes Franco Pompeu, R.C., Torres Beserra L., Duarte Cândido M.J., Delmondes Bomfim M.A., Martins Vieira M.M., Rodrigues de Andrade R. 2013. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador.* 14:490-507.
- [13] Heas, M.J. 2005. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstock oil soapstock. *Fuel Proc. Tech.*, 86:1087-1096.
- [14] Meher, L.C., Sagar D.V., and Naik S.N.. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification: A review. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 10:248-268.
- [15] Mustafa, A.F. 2002. Ruminal fermentation and utilization of unconventional feeds in western Canada. [http://www1.foragebeef.ca/\\$foragebeef.nsf/all/ccf3/\\$FILE/utilizationofunconventionalfeeds.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$foragebeef.nsf/all/ccf3/$FILE/utilizationofunconventionalfeeds.pdf). Consultado el 10 de octubre 2014.
- [16] Nagalakshmi D, Dhanakshmi K, and Himabindu D. 2010. Replacement of groundnut cake with castor seed cake on performance, nutrient utilization, immunocompetence and carcass characteristics in lambs. XXVI World Buiatrics Congress; Santiago, Chile.
- [17] Okorie A.U., and F.O.I. Anugwa. 1987. The feeding value of roasted castor oil bean (*Ricinus communis*) to growing chicks. *Plant Foods Human Nutr.* 37:97-102.
- [18] Olivares-Palma, S.M., Meale S.J., Pereira L.G.R., Machado F.S., Carneiro H., Lopes F.C.F., Maurício R.M., and Chaves A.V. 2013. *In vitro* fermentation, digestion kinetics and methane production of oilseed press cakes from biodiesel production. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 26:1102-1110.
- [19] Oliveira, A.S. 2008. Co-productos da extracao de óleos de sementes de mamona e de girasol na alimentação de rumiantes. Tesis de doctorado en Zootecnia. Universidad Federal de Voçosa Brasil.
- [20] Oliveira, A.S., Campos J.M.S., Oliveira M.R.C., Brito A.F., Valadares Filho S.C., Detmann E., Valadares R.F.D., de Souza S.M., and Machado O.L.T.. 2010. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. *Anim. Feed Sci. Technol.* 158:15-28.
- [21] Oso, A.O., Olayemi W.A., Bamgbose A.M., and Fomoyo O.F.. 2011. Utilization of fermented castor oil seed (*Ricinus comunnis*, L.) meal in diets for cockerel chicks. *Arch. Zoot.* 60:75-82.

- [22] SAS. 2006. User's guide; Statistics. Version 8. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- [23] Viera de Barros, L., Fonseca-Paulino M., Detmann E., de Campos Valadares Filho S., Lopes S.A., da Rocha A.A., Lisboa Valente E.E., and Mageste de Almeida D. 2011. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. *Rev. Br. Zoot.* 40:843-851.
- [24] Vieira, M.M.M., Duarte Cândido M.J., Delmondes Bomfim M.A., Soares Severino L., Fuentes Zapata J.F., Torres Beserra L., Girão Meneses A.J., Belém Fernandes J.P. 2010. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça em ovinos alimentados com rações à base de farelo de mamona. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 11:140-149.