



Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
revaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

Preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L. (higuerilla) por ovinos

Lara, César; Del Viento, Alejandra; Palma, José Manuel

Preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L. (higuerilla) por ovinos
Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 20, núm. 2, 2016

Universidad de Colima, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754343005>

AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, volumen 22, suplemento 1, octubre 2018 es una Publicación cuatrimestral editada por la Universidad de Colima, Av. Universidad # 333, Col. Las Víboras, Colima, Colima, México. CP 28045. Teléfono: (312) 3161000. Ext. 40011, www.ucol.mx/reviai, reviai@ucol.mx, aiagropecuarias@yahoo.com.mx. Director responsable José Manuel Palma García. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-112411015200-203, ISSN digital "en trámite", ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización, MC. Rosa Alejandra del Viento Camacho e Ing. Manuel Gutiérrez Gómez, Av. Universidad # 333, Col. Las Víboras, Colima, Colima, México. CP 28045, fecha de última modificación 10 de octubre de 2018. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L. (higuerilla) por ovinos

Preference and consumption of different morphological parts of *Ricinus communis* L. (castor) in sheep

César Lara

Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria
(MIPPE), México

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754343005>

Alejandra Del Viento

Universidad de Colima, México

José Manuel Palma

Universidad de Colima, México

palma@ucol.mx

Recepción: 05 Abril 2016

Aprobación: 20 Agosto 2016

RESUMEN:

Con la finalidad de conocer la preferencia y consumo de las diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L. [limbo foliar (lámina de la hoja; HRc), peciolo (PRc), tallo (TRc), limbo foliar + peciolo (HPRc) y planta completa (PCRc)] en forma de harina por ovinos, se realizó una prueba de cafetería dividida en dos períodos. Se utilizaron cuatro borregos raza Pelibuey con un peso vivo de 26.4 ± 4.0 kg, sanos, desparasitados, vitaminados, alojados en forma individual y alimentados con una dieta de mantenimiento. Se evaluaron dos períodos; el primero, fue de 20 días, donde inicialmente se ofertó 40 g de cada parte morfológica en un lapso de cuatro horas/día, con incremento diario de la oferta según la dinámica de consumo, estimando 5 % de rechazo. Los resultados del primer período fue una mayor preferencia por la limbo foliar comparada con el resto de los tratamientos: HRc 72.9a, PRc 1.4b, TRc 0.8b, HPRc 6.9b y PCRc 5.4b ($P < 0.01$). De forma inmediata a este período, se continuó con un segundo ensayo por 12 días, en donde se ofertó la harina de HRc durante 24 h y la dieta de mantenimiento, se logró un consumo promedio de 433 g MS/animal, sin presencia de signos de intoxicación en ambos casos. Por lo tanto, el limbo foliar de *R. communis* fue la parte preferida por los ovinos; la cual, se presenta como una alternativa de alimentación para rumiantes.

PALABRAS CLAVE: Gustocidad, hoja, adaptación, selectividad, forraje.

ABSTRACT:

In order to know the preference and consumption offered as meal of different morphological parts of *Ricinus communis* L. [blade leaves (HRc), petiole (PRc), stems (TRc), blade leave + petiole (HPRc), complete plant (PCRc)] in Pelibuey sheep by cafeteria test in two periods, four sheep with a live weight of 26.4 ± 4.0 kg were used. They were healthy, wormed, and housed individually with a maintenance base diet with vitamins. The first period lasted 20 days in which the first days 40 g of each treatment were offered four hours each day with a daily increase of the quantity depending on the consuming dynamics, always estimating five percent rejection. The results of the first period showed a higher preference for blade leaves compared with the other treatments [HRc 72.9a, PRc 1.4b, TRc 0.8b, HPRc 6.9b and PCRc 5.4b ($P < 0.01$)]. After this period, followed a second essay that lasted 12 days, where the meal of the leaves (HRc) was offered throughout 24 h. The average consumption in this period was 433 g DM/animal, without any signs of poisoning. Hence, the meal of *R. communis* blade leaves was the preferred part consumed by the ovine, which is a good feed alternative for ruminants.

KEYWORDS: Palatability, leaves, adaptation, selectivity, forage.

INTRODUCTION

La estacionalidad climática en la región de trópico seco genera restricciones en la disponibilidad forrajera, tanto en cantidad como en calidad. En cuanto a las limitantes de calidad, destacan: su bajo contenido de

proteína cruda, deficiente energía degradable, alta concentración de fibra, de media a baja degradabilidad ruminal; lo que da como resultado un bajo índice de consumo, una lenta fermentación ruminal y, por ende, un pobre rendimiento microbiano. Esto induce a que los rumiantes presenten un bajo desempeño productivo cuando son alimentados sólo con gramíneas. Es por ello que se considera que los recursos arbóreos o arbustivos en sistemas silvopastoriles sean una opción para mejorar el desempeño productivo de los rumiantes (Palma, 2006).

En cuanto al uso de especies arbóreas y arbustivas, recientemente, Del Viento *et al.* (2014) describieron en bovinos el consumo de limbo foliar (lámina de la hoja) de *Ricinus communis* L. (higuerilla) como forraje no convencional asociado al pastoreo de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115, sin presencia de signos de intoxicación. A su vez, estos autores reportaron valores de proteína cruda (Nx6.25) de $21.98 \pm 1.03\%$ y una degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca, a las 48 h de $93.21 \pm 4.06\%$. Cabe señalar que, previamente, Tokarnia *et al.* (1975) reportaron casos de intoxicación en becerros cuando ofertaron follaje de *R. communis*; y éstos presentaron un cuadro de signos nerviosos, gastrointestinales e, inclusive, la muerte de algunos animales.

Con estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas (limbo foliar, peciolos, tallos, limbo foliar+peciolos y planta completa) de *R. communis* L. por ovinos y determinar posibles signos de intoxicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en Colima, Colima (México), en el Rancho “El Peregrino”, de la Universidad de Colima. En las siguientes coordenadas: 19° 12' 35" latitud Norte, 103° 43' 24" longitud Oeste; con temperatura media de 25°C, con una precipitación media pluvial de 950 mm (INEGI, 2009) y una altura sobre el nivel del mar de 432 m (Google Earth, 2014). Se utilizaron cuatro borregos de la raza Pelibuey de 26.4 ± 4.0 kg de peso vivo, desparasitados con Closantel 5% (Closantil), vía oral, a una dosis de 10 mg/kg PV y vitaminados con cuatro mililitros de un compuesto de vitaminas B12 y ADE (Polivit B12 + ADE) por vía intramuscular.

Se realizó una prueba en jaulas metabólicas individuales dividida en dos períodos; en ambos casos, se ofertó una dieta de mantenimiento dos veces al día: 08:00 y 16:00 horas (cuadro 1); la primera fue una prueba de cafetería durante 20 días, sin adaptación a los tratamientos, pero con adaptación a las jaulas y a la dieta base ofertada por siete días, con agua a libre acceso; posterior a la adaptación se ofertaron las distintas partes morfológicas de la planta de *R. communis* (Rc) en forma de harina. Los tratamientos consistieron en harina de: limbo foliar (lámina de la hoja; HRc), peciolo (PRc), tallo (TRc), limbo foliar + peciolo (HPRc), planta completa (PCRc) y un segundo periodo fue desarrollado durante 12 días con disponibilidad de 24 horas de la harina del limbo foliar de *R. communis* separada de la dieta base.

En el primer periodo se ofertó a cada borrego 40 g de cada tratamiento, en forma simultánea, de 08:00 am a 12:00 pm, para un total de forraje de *R. communis* de 200 g; para que los animales establecieran la preferencia de las diferentes partes morfológicas de este forraje. La suma de la oferta inicial de los tratamientos equivalió a la dosis tóxica reportada por Tokarnia *et al.* (1975) de 5 g MS/Kg PV y se ajustó la oferta de cada tratamiento basado en su dinámica de consumo (múltiplos de 40 g), buscando que existiera (al menos) el 5% de rechazo en cada uno.

Se evaluó la preferencia de consumo de los tratamientos (g MS/kg PV), dinámica de preferencia de consumo de las diferentes partes de *R. communis* y la dinámica de consumo de los tratamientos con relación a la dieta base en ambos períodos, además de los posibles signos de intoxicación.

La harina de las diferentes partes morfológicas de *R. communis*, se obtuvo a través de la recolección de plantas silvestres, previo a su fructificación; éstas, se secaron a la sombra, se procesaron en un molino para forraje marca Xalapa modelo MA-460, se tomaron muestras de cada tratamiento y de la dieta base para

realizar el análisis químico próximo (AOAC, 1990), fracciones de fibra (Van Soest, 1963) y degradabilidad *in situ* a 48 h realizada en bovinos (Orskov *et al.*, 1980).

CUADRO 1
Porcentaje de inclusión, análisis químico y contenido de energía de la dieta base.

<i>Ingredientes</i>	<i>% Inclusión</i>
Ensilado de punta de caña de azúcar	46.00
Rastrojo c/maíz	23.00
Concentrado comercial ^l	30.00
Minerales	1.00
<i>Ánálisis químico</i>	<i>% Inclusión</i>
Materia seca*	91.05
Proteína cruda	10.76
Materia orgánica	79.29
Cenizas	11.76
Energía bruta (Mcal/kg MS)**	3.74

114 % Proteína cruda. *La muestra fue previamente deshidratada. **Energía bruta se realizó por medio de bomba calorimétrica.

Para el análisis de los datos se utilizó un ANDEVA con un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y se consideró a los animales como repeticiones; así como prueba de Tukey ($P<0.05$) para la comparación de diferencia múltiple de medias, con apoyo del paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II.

RESULTADOS

Con relación al contenido nutrimental (cuadro 2), se observó que el limbo foliar presentó el mayor valor energético de 6.3 Mcal/kg MS en EB, y de proteína cruda con 27.60 %, así como el menor contenido de FDN y FDA; además, se observó que obtuvo el mayor porcentaje de degradabilidad ruminal *in situ* (94.6 % a las 48 h) comparada con el resto de los tratamientos.

CUADRO 2
 Composición química y degradabilidad ruminal *in situ*
 de las diferentes partes morfológicas de *R. communis* L.

Tratamientos	Porcentaje						
	EB (Mcal/kg MS)	MS	PC	FDN	FDA	Ceniza	Digestibilidad <i>in situ</i> (48 h)
Limbo foliar	6.3	92.9	27.6	31.2	24.9	7.2	94.6
Peciolo	3.1	92.8	8.2	47.6	40.7	12.1	81.1
Tallo	3.7	91.4	8.2	50.7	48.4	8.0	60.9
Limbo foliar+ Peciolo	4.1	91.6	23.8	37.6	30.7	7.8	-
Planta completa	3.5	92.5	20.4	33.8	28.6	6.8	76.8

EB= Energía bruta; MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutra; FDA= Fibra detergente ácida; Mcal=Megacalorías.

En el cuadro 3, se muestran los valores promedio, mínimo y máximo obtenidos en el primer periodo para las diferentes partes morfológicas de *R. communis*; en donde el mayor consumo —en promedio— fue para el limbo foliar ($P<0.01$), superior al resto de los tratamientos que comparten similitud estadística entre ellos. Asimismo, se observó un consumo máximo de 125 g/animal/día para el limbo foliar con mayor preferencia y consumo por ovinos.

CUADRO 3
 Consumo (g/día) de las diferentes partes morfológicas de harina de *R. communis* L. por ovinos.

Tratamientos	Media	Mínimo	Máximo
Limbo foliar	72.9 ^a	6.5	125.3
Peciolo	1.4 ^b	0.0	8.0
Tallo	0.8 ^b	0.0	4.0
Limbo foliar + Peciolo	6.5 ^b	0.0	17.5
Planta completa	5.4 ^b	0.0	19.0
EEM	3.8		
P	0.001		

a,b distinta literal en columna significa diferencia estadística (Tukey <0.001). EEM= Error Estándar de la Media, P= Probabilidad.

En la figura 1, se muestra la dinámica de consumo de las diferentes partes morfológicas de *R. communis* y de la dieta base para ambos periodos evaluados. En el primer periodo se determinó una preferencia y mayor consumo del limbo foliar respecto del resto de los tratamientos (peciolo, tallo, limbo foliar+peciolo y planta completa). De esta manera, la ingestión del limbo foliar de *R. communis* contrasta entre el primero y segundo periodo, al pasar de un rango de consumo del primer periodo de 6 hasta 116 g MS en un lapso de 4 h, a un

consumo de 116 hasta 527 g MS, en 24 h en el segundo periodo. Respecto a la ingestión de la dieta base, ésta tendió a disminuir en el segundo periodo, cuando existió una mayor ingestión del limbo foliar. En ambos periodos no hubo signos de intoxicación.

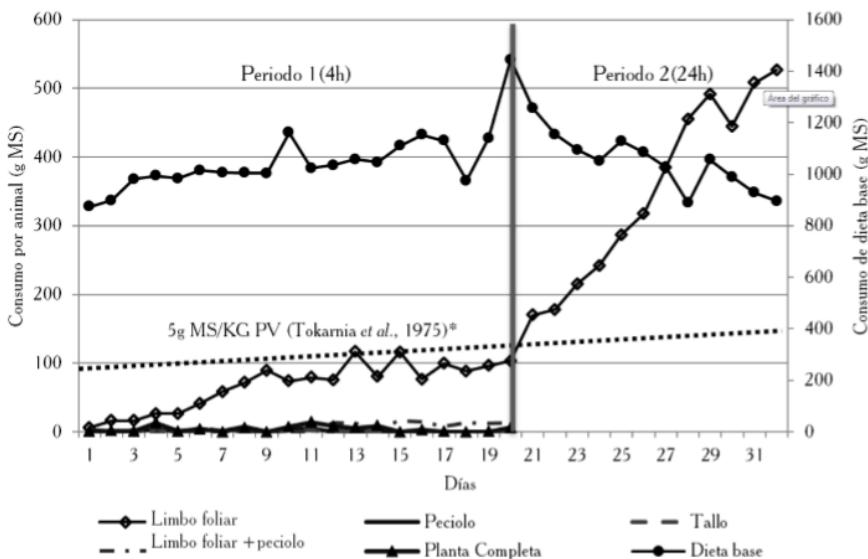


FIGURA 1
Dinámica de preferencia de consumo de materia seca de diferentes partes morfológicas en forma de harina de *R. communis* por ovinos durante dos períodos.
* Dosis tóxica indicada por estos autores.

DISCUSIÓN

El presente estudio es una propuesta novedosa de utilizar el forraje de *R. communis* como alimento para rumiantes; en donde, tanto por su calidad nutrimental como por la preferencia y consumo de la harina del limbo foliar, se evidencia que esta fracción de esta planta es una alternativa forrajera para rumiantes, en virtud de que se confirma lo señalado por Del Viento *et al.* (2014), quienes —en el caso de bovinos— observaron la selección de la limbo foliar en pastoreo.

Por lo tanto, con relación a la calidad nutrimental, autores como Nagy *et al.* (1978) y Del Viento *et al.* (2014), reportaron que esta fracción de *R. communis* tiene altos valores de proteína (40 y 21 %, respectivamente), comparado con el resultado del presente ensayo (de 27 %); la explicación de esta variación en el valor nutrimental de la hoja se asocia a distintos factores; entre ellos, la edad de la planta (Ball *et al.*, 2001), además, a la variedad de la misma, puesto que en estos trabajos se utilizó material silvestre, por lo que resulta necesaria la tipificación de estudios posteriores de estos aspectos.

Otro punto relevante concerniente al alto consumo de la harina del limbo foliar de *R. communis* es su bajo tenor de FDN y FDA, comparado con las otras partes morfológicas de la planta. En este sentido, Pérez *et al.* (2012) y García *et al.* (2008) realizaron pruebas sobre preferencia y consumo con diferentes leñosas forrajeras en bovinos; los cuales, mencionan que existieron limitaciones de preferencia de consumo en especies que presentaron mayor porcentaje de material fibroso (FDN y FDA); y en contraparte, con especies de menor porcentaje de contenido fibroso, que obtuvieron una mayor preferencia y consumo.

El consumo de la limbo foliar de *R. communis* por los ovinos en condiciones de estabulación sin presentar signos de intoxicación, se presenta como una alternativa forrajera de alta calidad, tal como fue descrito por Behl *et al.* (1986) para borregos; y por Del Viento *et al.* (2014) en bovinos en pastoreo, a pesar de las

diferencias morfológicas y de hábitos de consumo entre estas especies, así como del sistema de alimentación que influyen en el consumo de los alimentos por cada tipo animal (Mazorra *et al.*, 2009).

A su vez, estos resultados difieren de lo señalado por Tokarnia *et al.* (1975), quienes mencionaron que el consumo de *R. communis* provocó intoxicación e, incluso, la muerte de bovinos a una dosis de 5 g MS/kg PV. Diferente a lo observado en el presente ensayo, en donde después de 20 días de consumo de manera gradual, los animales superaron esta dosis tóxica; que, inclusive, llegó a ser hasta tres veces superior a lo indicado por estos autores, fenómeno que puede explicarse como un mecanismo de adaptación al principio tóxico contenido en las hojas (alcaloide ricinina), como lo mencionaron Silva *et al.* (2006).

Esta preferencia de consumo por el limbo foliar llegó a significar hasta el 33 % del total de la ración; este fenómeno es multifactorial, dado que el estado nutricional del animal, experiencias previas de consumo, tipo de alimento, calidad, sabor, color, olor, así como las propiedades químicas de la planta, son elementos importantes que impactan la selección y nivel de consumo de la dieta (Decruyenaere *et al.*, 2009; Forbes, 2007; Villalba *et al.*, 2004; 2015).

En este sentido, la preferencia de consumo por el limbo foliar de *R. communis* también se asocia a aspectos de tipo hedónico y de orosensación en los rumiantes, como fue revisado por Villalba *et al.* (2015), quienes indicaron que la percepción sensorial que el animal recibe del alimento se asocia al placer y saciedad.

Cabe mencionar que el mayor nivel de consumo de la harina de limbo foliar de higuerilla también se relaciona con su alto valor energético (6.3 Mcal/kg MS energía bruta), lo que permite tener un balance proteico-energético que favorece su consumo (Decruyenaere *et al.*, 2009). Otro factor asociado a la preferencia y consumo de éste corresponde directamente con el llenado y vaciado del rumen, debido a la digestibilidad del alimento y a su tasa de pasaje con una relación positiva con el consumo (Thornton y Minson, 1973; Decruyenaere *et al.*, 2009). En este sentido, el limbo foliar de *R. communis* presentó una alta degradabilidad (94.60 % a las 48 h), similar a lo reportado por Del Viento *et al.* (2014), con 93.20 % y Palma *et al.* (2015) 95.60 %, con un incremento importante en el consumo del limbo foliar; estos valores de degradabilidad se asocian a su alto contenido de proteína y bajos tenores de las fracciones de fibra.

Con relación a la selección de alimentos, se observó el fenómeno de eufagia o sabiduría nutritiva (Provenza y Balph, 1995; Rogers y Blundell, 1991), que mediante los sentidos del gusto, olfato y tacto, los animales tienen la capacidad innata para reconocer nutrientes o presencia de factores tóxicos, con aceptación inmediata o restringida; situación observada en el primer día, donde las diferentes partes morfológicas de *R. communis* no fueron consumidas. Posteriormente, existió una adaptación con un incremento gradual en el limbo foliar, con un consumo bajo y variable en la combinación de limbo foliar+peciolo y planta completa; mientras que el peciolo y el tallo tuvieron un consumo mínimo.

La posible explicación del bajo consumo observado en el peciolo, tallo, limbo foliar + hoja y planta completa, se puede asociar a la presencia de factores antinutricionales: en particular, de glucósidos cardíacos (Ibraheem y Maimako, 2014) y taninos (Alugah e Ibraheem, 2014), quienes demostraron que el alto contenido de estos metabolitos secundarios en las diferentes partes morfológicas de *R. communis* producen un intenso sabor amargo y astringencia; lo cual explica el rechazo del animal (Márquez y Suárez, 2008).

CONCLUSIONES

Los ovinos mostraron mayor preferencia y consumo por la harina del limbo foliar de *R. communis* con relación a las otras partes morfológicas de la planta, sin presencia de signos de intoxicación.

Por lo tanto, el limbo foliar de *R. communis* se presenta como una alternativa de alimentación en rumiantes, por su alto contenido de energía bruta, proteína cruda y degradabilidad ruminal *in situ*, además de su bajo tenor de fracciones de fibra.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Analytical Chemists, Washington, DC. 684 p.
- Alugah, C. I. e Ibraheem, O. (2014). Whole plant screenings for flavonoids and tannins contents in castor plant (*Ricinus communis* L.) and evaluation of their biological activities. *J. Herb. Med.* 2(2):68-76.
- Ball, D.; Collins, M.; Lacefield, G.; Martin, N.; Meterns, D. y Olson, K. (2001). *Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication*. 1-01. Park Ridge, Illinois, U.S.A. 17 p.
- Behl, C.R.; Pande, M.B.; Pande, D.P. y Radadia, M.S. (1986). Nutritive value of matured wilted castor (*Ricinus communis* L.) leaves for crossbred sheep. Short communication. *Indian J. Anim. Sci.* 56(4):473-474.
- Decruyenaere, V.; Buldgen A. y Stilmant, D. (2009). Factors affecting intake by grazing ruminant and related quantification methods. *Biotechnol. Agron. and Soc.* 13 (4): 559-573.
- Del Viento, A.; Lara, C. y Palma, J.M. (2014). *Higuerilla (Ricinus communis L.) ;Forraje proteico alternativo para el ganado en sistemas silvopastoriles?* XLI Reunión de la AMPA y VII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Mérida, Yucatán, México. Pp. 398-401.
- Forbes, J.M. (2007). A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of: minimal total discomfort. *Nutr. Res. Rev.* 20(2):132-146
- García, D.E.; Medina, M.G.; Cova, L.J.; Soca, M.; Pizzani, P.; Baldizán, A. y Domínguez, C.E. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26(3):191-195.
- Google Earth. (2014). Google Inc. (*Software*).
- Ibraheem, O. y Maimako, R.F. (2014). Evaluation of alkaloids and cardiac glycosides contents of *Ricinus communis* L. (Castor) whole plant part and determination of their biological properties. *I.J.T.P.R.* 6(3):34-42.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Colima, Colima*. Disponible en web: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/06/06002.pdf> (Consultado en noviembre de 2015).
- Márquez, D. y Suárez, A. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria* 16:87-109.
- Mazorra, C.; Fontes, D.; Cubilla, N. y De Vega, A. (2009). Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 43(4):379-385.
- Nagy, S.; Telek, L.; Hall, N.T. y Berry, R.E. (1978). Potential food uses for protein from tropical and subtropical plant leaves. *J. Agric. Food Chem.* 26(5):1016-1027.
- Orskov, E. R.; Deb-Hovell, E.R. y Mould, F. (1980). The use the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5(3):195-213.
- Palma, J.M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 14(3):95-104.
- Palma, J. M.; Lara, C.; Rivera, I.; Del Viento, A. y Haübi, C. (2015). *Digestibilidad in situ de diferentes partes morfológicas de Ricinus communis como forrajes para rumiantes*. XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal Sochipa. A.G. Puerto Varas, Chile. P. 265.
- Pérez, N.; Ibrahim, M.; Skarpe, C.; Villanueva, C. y Guerin, H. (2012). Uso de la diversidad forrajera tropical en combinaciones pareadas de leñosas forrajerias como indicador de preferencia para su inclusión en el diseño de sistemas silvopastoriles en zonas secas. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 13(1):79-88.
- Provenza, F.D. y Balph, D.F. (1990). *Applicability of five diet selection models to various foraging challenges ruminants encounter*. En: Behavioural mechanism of food selection. NATO ASI Series G: Ecology Sciences, Vol. 20, Hughes, R.N. (Ed.). Heidelberg: Springer-Verlag, New York, USA. Pp. 423-460.

- Rogers, P. J. y Blundell, J. E. (1991). Mechanism of diet selection: the translation of needs into behaviour. *Proc. Nutr. Soc.* 50(1): 65-70.
- Silva, M.D.; Riet-Correa, F.; Medeiros, R. y Oliveira, O. (2006). Plantas tóxicas para ruminantes e equídeos no serido occidental e oriental do Rio Grande do Norte. *Pesquisa Vet. Brasil.* 26(4): 223-236.
- Statgraphic Centurion XV. (2007). StatPoint Inc. USA.
- Thornton, R.F. y Minson, D.J. (1973). The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Aust. J. Agri. Res.* 24(6): 889-898.
- Tokarnia, C. H.; Dobereiner, J. y Canella, C. (1975). Intoxicación experimental en bovinos por hojas de *Ricinus communis*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 10(8):1-7.
- Villalba, J.J.; Provenza, F.D. y Han, G. (2004). Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. *Oikos* 107(1):100-109.
- Villalba, J.J.; Provenza, F.D.; Catanese, F. y Distel, R.A. (2015). Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Anim. Prod. Sci.* 55(3): 261-271.
- Van Soest, P.J. (1963). Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Ana. Chem.* 46(5): 829-835.

NOTAS

- 1 Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria (MIPPE) Universidad de Colima y Universidad de Guadalajara Km 40 Autopista Colima-Manzanillo Tecomán, Colima, México (C. P. 28100) Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Zapopan, Jalisco, México (C. P. 44600)
- 2 Universidad de Colima Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (CUIDA-FMVZ) Gonzalo de Sandoval No. 444 Col. Las Víboras Colima, Colima, México (C. P. 28045) * Correspondencia: palma@ucol.mx