

PREFERENCIA DE OVINOS Y BOVINOS POR FRUTOS DE SEIS ESPECIES ARBÓREAS

PREFERENCE OF SHEEP AND CATTLE FOR FRUITS FROM SIX TREE SPECIES

Cervantes-Marín, A.¹; López-Ortiz, S.^{1*}; Martínez-Dávila, J.P.¹; Gallardo-López, F.¹; Guerrero-Rodríguez, J.D.D.²; Pérez-Hernández, P.¹.

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, km. 88.5 carretera Federal Xalapa-Veracruz, Tepetates, Municipio de Mantío Fabio Altamirano, C.P. 91690, Veracruz, México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Santiago Momoxpan, C.P. 72760, Puebla, Puebla, México.

*Autor para correspondencia: silvialopez@colpos.mx

RESUMEN

Se determinó la preferencia de ovinos y bovinos hacia frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam. En la primera prueba se determinó la preferencia de becerros criollo lechero Tropical-Tarantés y en la segunda y tercera, la preferencia de ovinos pelibuey. En cada prueba se ofrecieron simultáneamente frutos molidos en periodos de 15 minutos, durante siete días consecutivos, utilizando un arreglo de cafetería. Los frutos utilizados registraron más de 8% de proteína cruda (PC) destacando *C. mangense* (20.7%), mientras que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) más alta fue para *C. cacalaco* (69.9%); se registró presencia de taninos, terpenos, saponinas y flavonoides en los frutos, sobresaliendo *A. cochliacantha* con mayor contenido. Los bovinos prefirieron ($P < 0.001$) *V. pennatula* (252 ± 73) y *G. ulmifolia* (247 ± 54 g animal⁻¹) sobre otros frutos. Los ovinos sin ayuno mostraron mayor preferencia por *C. mangense* (79 ± 35 g animal⁻¹ día⁻¹) mientras que los ovinos con ayuno prefirieron ($P < 0.001$) *C. mangense*, *A. pennatula* y *A. cochliacantha* (76 ± 28 , 73 ± 9 y 60 ± 12 g animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente). Tanto los bovinos y ovinos mostraron preferencia por algún fruto, sin embargo de mayor preferencia fueron *C. mangense* para ovinos, *A. pennatula*, y *G. ulmifolia* para bovinos, y los frutos de *C. cacalaco* fueron los menos aceptados.

Palabras clave: Árbol nativo, rumiantes, pruebas de cafetería, compuestos secundarios

ABSTRACT

The preference of sheep and cattle for fruits from *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby, and *Guazuma ulmifolia* Lam, was determined. During the first trial, the preference of Tropical-Tarantés milking Criollo calves was determined, and in the second and third, the preference of Pelibuey sheep. In each trial, crushed fruits were offered simultaneously in periods of 15 minutes, for seven consecutive days, using a cafeteria arrangement. The fruits used showed more than 8% of raw protein (RP), with *C. mangense* standing out (20.7%), while the highest *in vitro* digestibility of the dry matter (INDDM) was for *C. cacalaco* (69.9%); the presence of tannins, terpenes, saponins and flavonoids was recorded in fruits, with *A. cochliacantha* standing out with the highest content. The cattle preferred ($P < 0.001$) *V. pennatula* (252 ± 73) and *G. ulmifolia* (247 ± 54 g animal⁻¹) over other fruits. The non-fasting sheep showed greater preference for *C. mangense* (79 ± 35 g animal⁻¹ day⁻¹), while the fasting sheep preferred ($P < 0.001$) *C. mangense*, *A. pennatula* and *A. cochliacantha* (76 ± 28 , 73 ± 9 y 60 ± 12 g animal⁻¹ day⁻¹, respectively). Both the cattle and the sheep showed preference for one fruit, although those of highest preference were *C. mangense* for sheep, *A. pennatula* and *G. ulmifolia* for cattle, and the *C. cacalaco* fruits were the least accepted.

Keywords: Native tree, ruminants, cafeteria trials, secondary compounds.

INTRODUCCION

En las regiones tropicales de México existe gran diversidad de especies de árboles que bajo un manejo adecuado podrían ser fuente de forraje para el ganado utilizando su follaje y frutos. Muchas especies son fuente de forraje cuando están disponibles al ganado dentro de los pastizales, y en las zonas de clima seco, el follaje, la hojarasca y los frutos se convierten en la fuente más importante de forraje a falta de gramíneas (Carranza-Montaña *et al.*, 2002; Velázquez-Martínez *et al.*, 2010). Diversos estudios han destacado que los frutos pueden tener una apreciable calidad nutritiva haciéndolas una fuente importante de energía y proteína para el ganado (Cecconello, 2003; González *et al.*, 2007; Ramírez-Lozano *et al.*, 2010). En el Estado de Veracruz, México, existen extensas áreas degradadas de selva baja caducifolia que han sido transformadas a tierras de cultivo o pastizales, donde muchas especies arbóreas nativas se regeneran (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011). Algunos de esos árboles producen frutos entre los meses de marzo a junio, coincidiendo con la temporada en que la producción de gramíneas (Poaceae) es más baja o en ocasiones nula, y el ganado en pastoreo consume los frutos dispersos bajo los árboles. Este hecho hace pensar que dichos recursos pueden tener un papel importante en la alimentación animal de zonas con necesidades de forraje en la época de estiaje, sin embargo, poco se sabe sobre la calidad nutricional y palatabilidad para el ganado doméstico. Cuando se utilizan frutos y follaje de árboles, es necesario conocer los aspectos nutricionales de estos, ya que muchas especies tienen compuestos secundarios que aun cuando se ha probado que pueden ser benéficos, también existen riesgos de causar efectos negativos en la salud y el comportamiento de los animales. Con base en lo anterior, se determinó la preferencia de ovinos y bovinos por frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en la zona centro del estado de Veracruz (19° 10' 44"- 19° 14' 53" N; y 96° 33' 32"- 96° 30' 29" O) a 237 m. El clima de la región es Aw''₀ (w) (i') g clasificado como el más cálido y más seco de los cálidos subhúmedos, con precipitación anual menor a

1000 mm distribuida mayormente en verano y sequía intraestival y escasa precipitación en invierno (García, 1973), y en general, la precipitación en la zona descrita se distribuye entre los meses de julio a noviembre y la época seca comprende de enero a junio.

Recolección de frutos

Después de un sondeo para identificar las especies con frutos que más consumen los animales y su disponibilidad dentro de la zona de estudio, se recolectaron frutos maduros de *A. cochliacantha*, *C. cacalaco*, *V. pennatula*, *C. mangense*, *S. atomaria* y *G. ulmifolia*, entre los meses de marzo a mayo de 2011. La recolección fue una vez que se desprendieron de los árboles y secaron al sol durante tres días; posteriormente se molieron en un molino de martillos y se almacenaron en tanques de plástico de 200 litros, cerrados herméticamente.

Pruebas de preferencia

Se realizaron tres pruebas de preferencia con ovinos y bovinos: a) preferencia con bovinos en pastoreo sin ayuno, b) preferencia con ovinos en pastoreo sin ayuno y c) preferencia con ovinos en pastoreo con ayuno de 12 horas. En la primera prueba, se utilizaron seis becerros F1 de Criollo Lechero Tropical (CLT) y Tarantes con 208±31 kg de peso vivo y 16 meses de edad. Estos animales evaluados no habían tenido antecedentes de consumo de los frutos de las especies evaluadas. La prueba se inició con un periodo de adaptación de 15 días que consistió en ofrecer diariamente aproximadamente 50 g⁻¹ de frutos de cada especie, utilizando el protocolo de cafetería en el que todos los alimentos se ofrecen separados y de manera simultánea, por un periodo corto de tiempo. Al terminar la adaptación se inició el periodo experimental de siete días, durante el cual se ofrecieron diariamente 300 g⁻¹ de cada uno de los frutos durante 15 minutos (7:00-7:15 am), a cada animal de manera individual; los frutos se colocaron de manera simultánea en el mismo comedero con separaciones de 20 cm de ancho y 10 cm de fondo. Durante la prueba, los animales permanecieron en pastoreo las 24 horas del día, en una pradera con *Digitaria eriantha* Steudel cv. Pangola, con 25 días de rebrote.

La segunda prueba se realizó con seis ovinos machos de la raza pelibuey, con 24.5±6 kg de peso vivo y seis meses de edad. Los animales no tenían antecedentes de consumo de los frutos de las especies evaluadas; la prueba se inició con un periodo de adaptación de 15 días que consistió en ofertar 20 g⁻¹ de cada fruto bajo el protocolo



lo de cafetería (7:00 am). Inmediatamente después de este periodo se inició la prueba experimental de siete días, durante la cual se ofrecieron diariamente 100 g⁻¹ de frutos de cada especie durante periodos de 9:00-9:15 am (después del pastoreo previo de dos horas), siguiendo el mismo protocolo que en la primera prueba. Los animales se mantuvieron en pastoreo en una misma pradera con pasto *D. eriantha*, con 28 días de edad de rebrote. Después de la prueba, los animales regresaban a la pradera para pastorear hasta las 18:00 h, después se encerraban en un corral para protegerlos.

La tercera prueba se realizó empleando el mismo protocolo que en la segunda, excepto por un cambio en el horario que consistió en ofrecer los frutos de 7:00-7:15 am, después de un ayuno de 12 h. A diferencia de la prueba anterior, los animales no pastorearon antes de ofertarles los frutos, esto se hizo para definir posibles cambios en la preferencia de animales en condición de hambre, que asemeja las condiciones en que los animales se encuentran cuando se alimentan de estos frutos durante el pastoreo. En todas las pruebas, se pesó el alimento rechazado diariamente y por diferencia con el ofrecido se determinó el consumo en base seca.

Calidad químico nutritiva de los frutos

Se determinó el contenido de proteína cruda (PC) con el método Kjeldahl (AOAC, 1984), la fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) con la técnica bolsa de filtro de ANKOM; y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) con el método de la bolsa de filtro y la incubadora Daisy de ANKOM. La presencia o ausencia de los principales grupos de meta-

bolitos secundarios en los frutos se determinó mediante pruebas colorimétricas. La presencia de saponinas se confirmó añadiendo agua a los frutos secos y la formación de espuma confirmó su presencia; para alcaloides se utilizó el reactivo Dragendorff que precipita estos compuestos dando a la solución una tonalidad naranja. Los terpenoides se detectaron con la prueba de Liberman, que utiliza ácido masticadienónico como control positivo, y se contrasta con una placa de cromatografía. Los taninos se detectaron con la prueba del cloruro férrico que en presencia de taninos muestra una coloración rosa, y para los flavonoides se hizo reaccionar una tira de magnesio con gotas de ácido clorhídrico que provoca una coloración naranja, confirmando la presencia en una placa de cromatografía.

Análisis estadísticos

La calidad químico nutritiva de los frutos y la presencia de compuestos secundarios se exponen con estadísticas descriptivas. Para determinar la preferencia por los seis frutos en cada especie animal, se realizó un análisis de varianza para cada prueba por separado, bajo un diseño completamente al azar; el modelo incluyó solo el efecto de especie (árbol), y se utilizó el procedimiento GLM y la prueba de medias LSMeans del Statistical Analysis Systems, versión 4.3.3 (SAS Inc., 2010). También se analizó la distribución de las preferencias con los datos de consumo de materia seca de los bovinos y ovinos, utilizando el procedimiento PRINQUAL de la misma versión de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad químico nutricional de los frutos

El contenido de PC de los frutos de todas las especies fue superior a 8%, sin embargo, *C. mangense* resaltó con 20.7%, mientras que frutos de *G. ulmifolia* y *A. cochliacantha* registraron niveles medios de 13.6% y 12.1% respectivamente. Los niveles más altos de FDN y FDA se presentaron en frutos de *S. atomaria*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha*, atribuido a menor digestibilidad de estas especies. En general, los frutos con mejor calidad nutritiva en base a los parámetros estudiados fueron *C. mangense* y *C. cacalaco*, mientras que los demás frutos registraron calidad nutritiva similar (Cuadro 1).

Se detectó la presencia de compuestos secundarios asociados a cuatro grandes grupos (Cuadro 2). En un extremo destacaron los que contienen saponinas, terpenos taninos y flavonoides en distintas magnitudes, y en

Cuadro 1. Composición química de seis frutos de especies forrajeras arbóreas de la selva baja caducifolia (% BS).

Especie	PC	FDN	FDA	DIVMS
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	8.54	25.90	17.18	69.98
<i>Senna atomaria</i>	9.67	59.01	38.75	39.66
<i>Vachellia pennatula</i>	9.78	58.19	30.41	37.58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.59	47.50	36.49	49.39
<i>Acacia cochliacantha</i>	12.13	54.16	38.75	42.09
<i>Chloroleucon mangense</i>	20.74	39.55	25.82	61.88

PC: proteína Cruda, FDN: Fibra Detergente Neutro, FDA: Fibra Detergente Acido, DIVMS: Digestibilidad *In vitro* de la Materia Seca.

el otro destacó *C. mangense* por la ausencia de cualquier compuesto. Los taninos y los terpenoides fueron los dos grupos de compuestos con mayor presencia en los frutos (Cuadro 2).

Preferencia de los bovinos

Los bovinos prefirieron los frutos de *V. pennatula* y *G. ulmifolia* (P<0.001). Mientras que los frutos de *C. cacalaco* fueron los menos preferidos (P<0.001), pues los animales solo consumieron 2 g animal⁻¹ (Cuadro 3).

La primera dimension (Figura 1) separó las especies por la preferencia que los animales mostraron, y corroboró que *C. cacalaco* y *S. atomaria* son menos preferidos que *G. ulmifolia*, *C. mangense* y *V. pennatula*. Es evidente también que los individuos de las dos especies seleccionaron de manera diferente los frutos ofrecidos, lo cual no se aprecia cuando los consumos de todos los individuos se promedian.

Preferencia de los ovinos

Los ovinos sin ayuno mostraron preferencia por los frutos de *C. mangense* (P<0.001; Cuadro 3), consumiendo cantidades intermedias de *A. cochliacantha* y *V. pennatula*, superiores a todos los demás (P<0.001). Bajo esta condición, se observó que en la primera dimension (Figura 2), los frutos de *C. cacalaco* fueron menos preferentes respecto a las demás especies, destacando *C. mangense* como el más preferido.

Los ovinos con ayuno también mostraron preferencias (P<0.00; Cuadro 3), aunque bajo esta condicion consumieron cantidades similares de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* (P>0.001); *C. cacala-*

Cuadro 2. Metabolitos secundarios en frutos de seis especies de árboles de la selva baja caducifolia.

Especie	Saponinas	Alcaloides	Terpenos	Taninos	Flavonoides
<i>Acacia cochliacantha</i>	+++	-	+++	++++	+
<i>Acacia Pennatula</i>	++	-	-	++++	+
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	-	-	+	++++	+
<i>Chloroleucon mangense</i>	-	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	++	+	+
<i>Senna atomaria</i>	+	-	++++	-	-

El símbolo - indica que no se detectó la presencia del compuesto.

Cuadro 3. Consumo (g MS animal⁻¹) de frutos de especies forrajeras por bovinos, ovinos sin ayuno y con ayuno en pruebas de cafetería.

Especie	Bovinos	Ovinos (sin ayuno)	Ovinos (con ayuno)
<i>Acacia cochliacantha</i>	33 ± 74 ^C	51 ± 20 ^B	73 ± 9 ^A
<i>Senna atomaria</i>	70 ± 87 ^C	28 ± 29 ^C	40 ± 18 ^B
<i>Guazuma ulmifolia</i>	247 ± 45 ^A	12 ± 25 ^C	32 ± 16 ^B
<i>Vachellia pennatula</i>	252 ± 73 ^A	60 ± 12 ^B	60 ± 12 ^A
<i>Chloroleucon mangense</i>	186 ± 100 ^B	79 ± 35 ^A	76 ± 28 ^A
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	2 ± 1 ^D	1 ± 0 ^D	5 ± 11 ^C

A,B,C,D Medias con distinta literal entre filas difieren estadísticamente (P<0.001).

co fue el fruto menos preferido (P<0.001). Consecuentemente, la primera dimension (Figura 3) separa los frutos de esta misma especie como los menos preferidos y los de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* como los más preferidos.

Aunque todos los frutos estudiados fueron consumidos por ambas especies, es necesario determinar que especies tienen un mayor potencial para

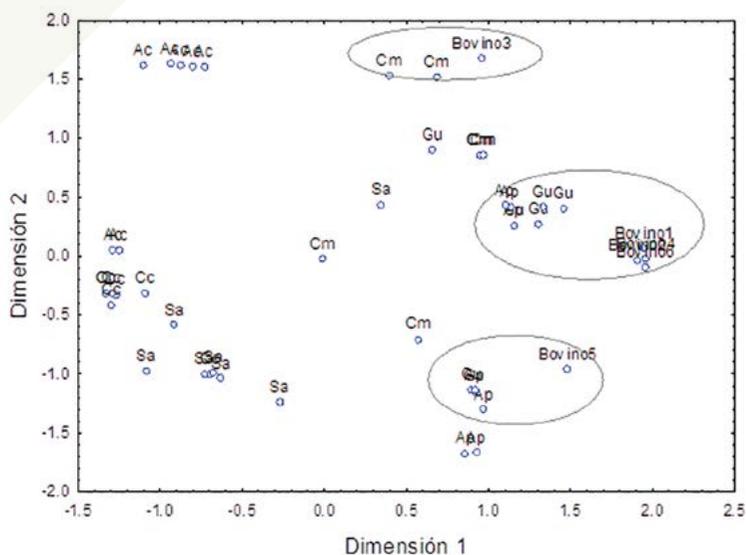


Figura 1. Distribución de la preferencia de bovinos para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como fuentes de forraje ofrecidos en cafetería.

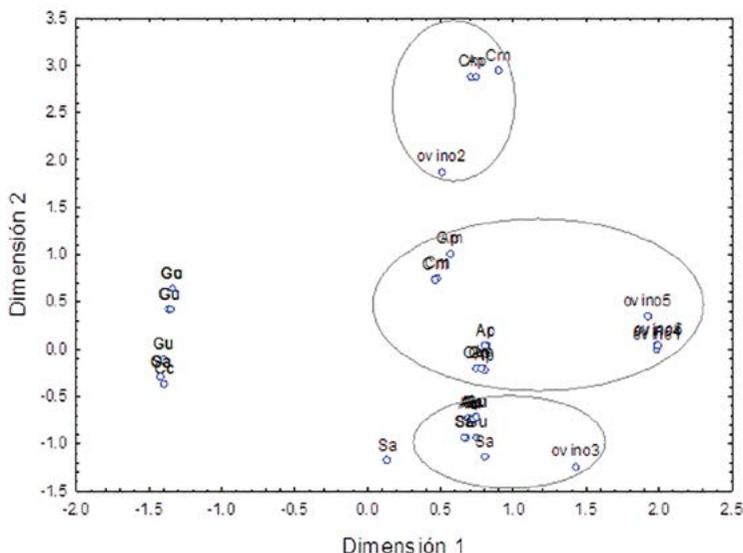


Figura 2. Distribución de la preferencia de ovinos sin ayuno para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como árboles forrajeros ofrecidos en cafetería.

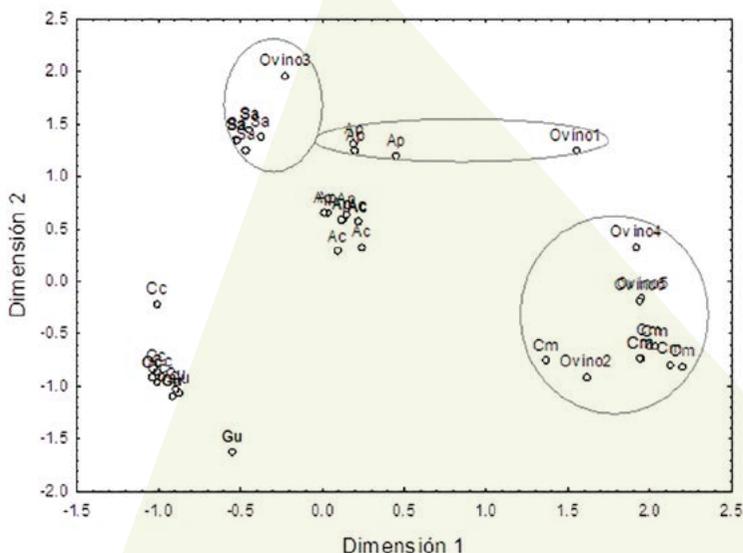


Figura 3. Distribución de la preferencia de ovinos con ayuno para frutos de *Acacia cochliacantha* (Ac), *Caesalpinia cacalaco* (Cc), *Vachellia pennatula* (Ap), *Chloroleucon mangense* (Cm), *Senna atomaria* (Sa) y *Guazuma ulmifolia* (Gu), como árboles forrajeros ofrecidos en cafetería.

alimentar el ganado. Esta decisión tiene un carácter multidimensional ya que su evaluación no depende únicamente de su preferencia o consumo sino de la concentración de nutrimentos y compuestos secundarios que puedan interactuar con los contenidos en los alimentos (Villalba et al., 2002). A este respecto, los bovinos prefirieron los frutos de *G. ulmifolia* y *V. pennatula* por igual, seguido de *C. mangense*, sin embargo, estas especies no tienen calidad nutritiva comparable como para especular que poseen las mejores características nutritivas, ya que, mientras las primeras tienen mediana con-

centración de PC y baja digestibilidad, la tercera es la especie con mejor calidad de las evaluadas. Es difícil discernir si la composición de compuestos secundarios pudiera explicar esta preferencia, aunque pareciera que estas especies tienden a tener menor concentración de compuestos fenólicos y flavonoides. Los ovinos tienen preferencia por los frutos de *A. cochliacantha*, *V. pennatula* y *C. mangense*, independientemente de la condición del ayuno. Igualmente, los frutos preferidos tienen buena calidad nutritiva, y es destacable que estas especies tienen mayor presencia de saponinas y taninos y medianas de fenoles totales (excepto *C. mangense* que no contiene saponinas). Se sabe que el valor hedónico de los alimentos para los individuos depende de su composición químico-nutritiva y el estado interno de los animales (Provenza, 1995), por tanto, los frutos pudieran estar proporcionando tanto nutrientes como compuestos secundarios que los animales necesiten, lo cual podría explicar en cierta forma un consumo más alto de ciertos frutos.

Es importante señalar la importancia de que los animales no estén en ayuno al momento de realizar pruebas de preferencia, y que puedan expresar sus preferencias sin la urgencia de satisfacer su hambre. Esto puede garantizar la elección de alimentos con mayor potencial para el ganado. Cuando los ovinos permanecen en ayuno se pierde el sentido de preferencia ya que los animales consumen alimento para satisfacer sus necesidades (Figura 1), donde los frutos de *C. mangense*, *V. pennatula* y *A. cochliacantha* fueron los más preferidos colocándose en los cuadrantes de la derecha e inferior. Lo anterior sugiere la importancia de realizar las pruebas de preferencia en cafetería con animales que no hayan estado expuestos a ayuno.

Los resultados registrados en esta investigación son muy diferentes a los reportados por Palma y Roman (2001), quienes citan que los ovinos de pelo prefirieron en orden decreciente los frutos de *G. ulmifolia*, *S. atomaria* y *V. pennatula* (antes *Acacia pennatula*), y sugirieron que los animales podrían necesitar un periodo de adaptación para incrementar el consumo de esta última. Alonso-Díaz et al. (2009) coinciden en que *V. pennatula* es una de las especies más preferidas por ovinos al igual que lo observado en la presente investigación, lo que fortalece su uso forrajero. En cuanto a

la calidad nutritiva (Ceconello *et al.*, 2003) coincide en que *C. mangense* es una especie con mayor contenido de proteína (21%).

CONCLUSIONES

Tanto ovinos como bovinos prefieren frutos de las especies arbóreas de forma diferencial; mientras lo bovinos prefieren *G. ulmifolia* y *V. pennatula*, los ovinos mostraron preferencia por *C. mangense*, aunque esto último puede extenderse a mas especies cuando se exponen a los alimentos en condición de ayuno.

LITERATURA CITADA

- AOAC 1984. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 13th Edition. Washington, DC, USA.
- Alonso-Díaz M.A., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Hoste H., Aguilar-Caballero A.J., Capetillo-Leal C.M. 2009. Sheep preference for different tanniferous tree fodders and its relationship with *in vitro* gas production and digestibility. *Anim Feed Sci Tech.* 1:75-85.
- Bautista-Tolentino M., López-Ortiz S., Pérez-Hernández P., Vargas-Mendoza M., Gallardo-López F., Gómez-Merino F.C. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 14: 63-76.
- Carranza-Montaño M.A., Sánchez-Velázquez L.R., Pineda-López M.R. Cuevas-Guzmán R. 2002. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manatlán, México. *Agrociencia.* 37: 203-210.
- Ceconello C.G., Benezra S.M., Obispo N.E. 2003. Chemical composition and ruminal degradability of some woody legumes fruits of the tropical dry forest. *Zootecnia Trop.* 2:149-165.
- García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp: 17-22
- González J.C., Ayala A., Gutiérrez E. 2007. Chemical composition of tree species with foraje potential from the region of Tierra Caliente, Michoacán, México. *Cuban J Agr Sci.* 1:81-86.
- Palma J.M., Román L. 2001. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. Centro universitario de Investigación y desarrollo Agropecuario (CUIDA) AP. 22. Colima, México.
- Provenza F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48: 2-17
- Ramirez-Lozano R.G., González-Rodríguez H., Gómez-Meza M.V., Cantú-Silva I., Uvalle-Sauceda J.I. 2010. Spatio-Temporal variations of macro and trace mineral contents in six native plants consumed by ruminants at northeastern Mexico. *Trop Subtrop Agroecosyst.* 2:267-281.
- SAS. 2010. Statistical Analysis System, Enterprise Guide ver. 4.3.0. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., USA.
- Velázquez-Martínez M., López-Ortiz S., Hernández-Mendo O., Díaz-Rivera P., Pérez-Elizalde S., Gallegos-Sánchez J. 2010. Foraging behavior of heifers with or without social models in an unfamiliar site containing high plant diversity. *Livest Sci.* 131: 73-82.
- Villalba J.J., Provenza F.D. Bryant J.P. 2002. Consequences of the interaction between nutrients and plant secondary metabolites on herbivore selectivity: benefits or detriments for plants? *OIKOS.* 97: 282-292.

