

PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE OVINOS ALIMENTADOS CON FRUTOS ARBOREOS TROPICALES

Preference and Ingestive Behavior of Sheep Fed on Tropical Tree Fruits

René Pinto-Ruiz¹, Heriberto Gómez-Castro^{1*}, Francisco Guevara-Hernández¹,
David Hernández-Sánchez² y Benigno Ruiz-Sesma³

¹ Cuerpo Académico en Consolidación en Agroforestería Pecuaria. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. México. * hgomezcl@yahoo.com (+965-65-21477). ² Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, estado de México. ³ Cuerpo Académico en consolidación en Ganadería Sostenible. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chiapas. México.

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar la preferencia y conducta ingestiva de ovinos alimentados con frutos arbóreos tropicales. Se utilizaron cinco ovinos machos suplementados, con los cuales se evaluaron, a través de una prueba de cafetería, los frutos *Guazuma ulmifolia*, *Acacia milleriana*, *Phitecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Prosopis juliflora*. Se midió el consumo animal de cada fruto; el índice de preferencia fue obtenido al considerar el número de veces consumiendo “n” fruto entre el número total de veces que se consumieron todos los frutos, la conducta ingestiva fue caracterizada a través de: velocidad de bocados (bocados min⁻¹), velocidad de consumo (g MS minuto⁻¹) y tamaño de bocado (g MS bocado⁻¹). Se tomaron muestras de cada fruto cuantificándose su composición química. El experimento tuvo un período de colecta de datos de cinco días con cinco periodos de evaluación. Las variables de respuesta fueron analizadas utilizando el procedimiento GLM para un diseño experimental cuadrado equilibrado y las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tukey. Se realizó un análisis de correlación para conocer la existencia de asociación entre las variables evaluadas. Los resultados obtenidos destacan los frutos de *P. juliflora* y *G. ulmifolia*, como los más preferidos (P<0,05) sin que se encontraran relaciones con las composición química de los mismos, por lo que la explicación podría asociarse a diferencias en la velocidad de bocado provocado por aspectos propios del fruto.

Palabras clave: Sistemas silvopastoriles, pequeños rumiantes, trópico.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify preferences and ingestive behavior of sheep fed on tropical tree fruits. Five male sheep were used to evaluate, through a cafeteria test, fruits of *Guazuma ulmifolia*, *Acacia milleriana*, *Phitecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, and *Prosopis juliflora*. The animals' consumption of each fruit was measured, and a preference index was obtained by dividing the number of times “n” fruit was consumed by the total number of times that all fruits were consumed, Ingestive behavior was characterized through velocity of bites (bites min⁻¹), velocity of consumption (g DM minute⁻¹) and bite size (g DM bite⁻¹). Samples were taken of each fruit, and their chemical composition was quantified. Data was collected over the course of five days, for each of five evaluation periods. Response variables were analyzed using the GLM procedure for a balanced latin square experimental design and measurements were compared using Tukey's test. Correlation analyses were carried out in order to identify associations among variables evaluated. The fruits of *P. juliflora* and *G. ulmifolia* were found to be the most highly preferred (P<0.05), although no relationship was found in chemical composition of these fruits. Therefore, the explanation for the preference of these two fruits over the others could be associated with differences in velocity of bites provoked by other characteristics of the fruit.

Key words: Silvopastoral systems, small ruminants, tropics.

INTRODUCCIÓN

La evaluación, tanto de hojas como frutos de especies arbóreas tropicales, implican un avance en reconocer a estos recursos como fuente alimenticia para los rumiantes, sin em-

bargo, aunque son diversos los trabajos que evalúan el uso de follajes arbóreos en animales [1, 2, 7, 14, 16, 17, 22, 27, 31, 32] pocos son aún los que han reportado el uso de los frutos, lo que ha retrasado el desarrollo de estrategias para que éstos sean incorporados en los sistemas de corte y acarreo.

Aunque el uso de frutos arbóreos forrajeros en la ganadería tropical ha sido tradicional en muchas zonas tropicales, pues algunos estudios reportan hasta el uso de nueve tipos de frutos en sistemas ganaderos de bajos insumos [23], aún existe un desconocimiento del potencial de los mismos, por lo que es necesario mejorar la base científica considerando los recursos locales con los que se cuentan, la idiosincrasia y las necesidades. Para seleccionar una serie de frutos arbóreos con posibilidades de uso [8] se requieren conocimientos acerca de la preferencia animal y conducta ingestiva, factores considerados entre los elementos más limitantes para decidir la introducción de nuevas especies en los sistemas de alimentación animal, ya que se ha documentado que la preferencia y, por tanto, el consumo de cualquier alimento determina, en primer instancia, el nivel de producción animal y establece el uso potencial que puede obtenerse de éste, por lo que reviste gran importancia su evaluación para lo cual es de suma importancia utilizar al animal como seleccionador final del alimento.

Los métodos llamados de cafetería basados en la observación directa del animal, al parecer son los más viables para los estudios de preferencia [10]. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la preferencia y conducta ingestiva de ovinos (*Ovis aries*) por los frutos arbóreos de mayor importancia forrajera del trópico seco del sureste de México, con la finalidad de mejorar su uso en los sistemas agroforestales pecuarios de bajos insumos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en la estación experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, la cual se encuentra localizada en el municipio de Villaflores, al oeste del estado de Chiapas, México. Se sitúa entre los 16°13'15" de LN y 93°16'07" LO, a una altitud de 610 m.s.n.m. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 24,3°C y la precipitación de 1.209 mm, que ocurre principalmente en el verano [6].

Se utilizaron cinco ovinos machos de la raza Pelibuey (18,9 ± 1,1 kg de peso vivo), los cuales se seleccionaron considerando edades y estados fisiológicos similares y sin antecedentes de consumo de ninguno de los frutos evaluados. Los ovinos se encontraban pastoreando, en un solo rebaño, praderas de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y únicamente fueron suplementados con sal mineral. Previamente, cada animal fue desparasitado internamente (Albendazol 10%, 1 mL por cada 10 Kg PV) y externamente (Coumaphos, 10 mL para 10 L de agua); además se les aplicó un complejo vitamínico ADE (2 mL animal⁻¹). Cada animal fue confinado (de 9:00 a

10:00) en corrales individuales con piso de cemento, protegidos del sol y del agua y separados entre sí, en los cuales fueron colocados comederos de madera divididos en cinco compartimentos donde se introdujeron los frutos evaluados. Los animales fueron adaptados al confinamiento durante un período de 10 días (d), después de los cuales se realizó la colecta de datos.

Los frutos evaluados fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia milleriana*, *Phitecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Prosopis juliflora*, seleccionados de acuerdo a su importancia forrajera en la región, ya que han sido reportados como consumidos por los animales, con base en las experiencias y conocimiento de los productores locales [23]. Estos fueron colectados manualmente durante la época de sequía (febrero-marzo) por ser el momento de su presencia, posteriormente, fueron molidos con la finalidad de tener una presentación en forma de harina con ayuda de un molino de martillos de acero inoxidable (Siemens, EUA). Se utilizaron frutos completos y el molido se realizó considerando que en muchas regiones tropicales el uso de frutos arbóreos es de esa forma [23].

Durante la colecta de datos, los cinco frutos fueron ofrecidos diariamente por la misma persona a los animales de manera simultánea y a razón de 0,300 kg animal d⁻¹ durante 25 minutos (min) [18]; posteriormente, los animales regresaban a la pradera para completar su periodo de pastoreo contando con acceso libre a la fuente de agua. La harina de cada fruto fue colocada aleatoriamente en cada compartimento del comedero durante cada día de evaluación, de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles dentro del comedero, con el objetivo de bloquear el hábito reflejo de los animales a la posición, la distancia del alimento y el primer encuentro con el alimento.

Diariamente se midió el consumo animal de cada fruto, el cual fue obtenido mediante la diferencia entre la cantidad de fruto ofrecido y el rechazado. La conducta ingestiva fue caracterizada a través de las variables: velocidad de bocados (bocados min⁻¹), la velocidad de consumo (g MS min⁻¹) y el tamaño de bocado (g MS bocado⁻¹), utilizándose para ello la técnica de muestreo focal, basada en la observación continua y directa del animal [3] y los procedimientos sugeridos por Sosa y cols. [32]. Todos los cálculos fueron realizados en base a materia seca (MS). El índice de preferencia (IP) fue obtenido al considerar el número de veces consumiendo "n" fruto entre el número total de veces que se consumieron todos los frutos [19].

Se tomaron muestras de cada fruto a las cuales se les cuantificó el contenido de MS a través del secado de dichas muestras a 60°C hasta peso constante, éstos fueron molidos hasta un tamaño de partícula de 1 mm con ayuda de un molino Tipo Wiley (modelo TS3375E15, Thomas Wiley, EUA) para ser analizados químicamente y determinar: los contenidos de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), cenizas (Ce), de acuerdo con los métodos propuestos por Association of official analytical chemists (AOAC) [4]; las fracciones de fibra de-

tergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) según la técnica de Van Soest y col. [34] y la presencia de taninos condensados (TC) según lo descrito por Porter y col. [25] y los fenoles totales (FT) según el método propuesto por Makkar [12].

Las variables de respuesta fueron analizadas a través de un diseño experimental cuadrado latino 5X5 y los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM. Las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Se realizaron análisis de correlación de Pearson para conocer la existencia de asociación entre las variables evaluadas. Todo lo anterior se realizó utilizando procedimientos del paquete estadístico SAS [33].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de los frutos evaluados se reportan en la TABLA I. Existió una amplia variación en la composición de los cinco frutos. El contenido de PC varió de 7,76 (*G. ulmifolia*) a 16,64% (*E. cyclocarpum*) con un promedio de 11,50%. Los valores de FDN fluctuaron en un rango de 29,41 (*E. cyclocarpum*) a 49,00% (*A. milleriana*) con un promedio de 40,20%, mientras que los valores de FDA de 20,59 (*E. cyclocarpum*) a 40,33% (*A. milleriana*) con un promedio de 29,45%. Los rangos encontrados de TC fueron de 0,23 (*G. ulmifolia*) a 1,23% (*E. cyclocarpum*) con un promedio de 0,68 y los de FT de 0,63 (*P. juliflora*) a 4,03% (*E. cyclocarpum*) con un promedio de 1,80%. En general, *G. ulmifolia* y *A. milleriana* presentaron los valores más bajos de PC y factores antinutricionales pero altos en fracciones de fibras ($P < 0,05$). Por su lado, *E. cyclocarpum* presentó los valores mayores de PC (16,64%), los más bajos en las fracciones de fibra pero los más altos en TC y FT ($P < 0,05$). La composición química de los frutos en general, se encuentra dentro de los rangos reportados para frutos por otros trabajos [5, 9, 15, 20, 24, 26, 28-30]. Todos los frutos evaluados contienen valores de PC superiores a las gramíneas tropicales cuyos contenidos de PC promedian en la región en 5,5% durante la época seca [21], lo cual indica que los frutos pueden ser una fuente alimenticia importante cuando los animales se alimentan con forrajes bajos en proteína y existen

pocas alternativas de alimentos suplementarios, aunque se sabe que mucho del valor proteico de los frutos arbóreos, cuando son utilizados enteros, depende de la proporción de semillas que son consumidas y digeridas por el animal. Sin embargo, es notorio que *G. ulmifolia* con 7,76% de PC, está ubicado muy cerca del nivel crítico aceptable de proteína cruda (8,0%) para que los rumiantes mantengan una adecuada función ruminal [35]. Por otra parte, los contenidos de fibra total, expresados como FDN pueden indicar que la disponibilidad de nutrientes en los frutos completos es variable. *E. cyclocarpum* fue el fruto con mayor contenido de factores antinutricionales (TC y FT), sin embargo, los contenidos no superan los valores críticos (FT: 4,1%; TC: 6,0%) que podrían considerarse como limitantes en el uso por parte del animal [12].

La TABLA II presenta los valores obtenidos sobre consumo e índice de preferencia de los frutos evaluados. Se observa que el consumo de los frutos (g MS) *P. juliflora* y *G. ulmifolia* fueron los más altos y diferentes estadísticamente ($P < 0,05$) a los consumos obtenidos de los frutos *P. dulce* y *A. milleriana*. El IP presentó la misma tendencia que el consumo, siendo *P. juliflora*, el fruto que presentó el valor más alto. Con respecto al consumo e índice de preferencia, es de destacar que el valor promedio de consumo de los frutos arbóreos obtenido en este trabajo (18,80 g MS) es menor al consumo promedio alcanzado en el mismo tiempo de evaluación con follajes arbóreos reportados en otros trabajos [2, 32], lo que podría indicar que los frutos son consumidos en menor proporción que los follajes. Sin embargo, dicho valor está dentro del rango reportado por Palma y Román [20] en ovinos consumiendo frutos arbóreos (19,50 g MS) en el mismo tiempo de evaluación. El menor consumo e IP del fruto de *P. dulce* y *A. milleriana* ($P < 0,05$) coincide con los datos encontrados por Pinto y col. [22] quienes reportan los menores valores de preferencias para los follajes de las mismas especies arbóreas. Asimismo, Alonso y col. [2] reportan también en ovinos los valores más bajos de preferencia para el follaje del género *Acacia*. Por otro lado, Sosa y col. [32] reportaron a *G. ulmifolia* como el más preferido al evaluar cinco follajes de árboles tropicales en ovinos, lo cual coincide con la tendencia encontrada en el fruto de la misma especie en este trabajo. De manera

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRUTOS ARBÓREOS TROPICALES (% MS) DEL SURESTE DE MÉXICO

Fruto arbóreo	PC	MO	CE	FDN	FDA	TC	FT
<i>P. juliflora</i>	10,85 ^{bc}	95,43 ^a	4,57 ^a	40,63 ^{ab}	24,41 ^b	0,35 ^b	0,63 ^c
<i>G. ulmifolia</i>	7,76 ^c	94,47 ^a	5,53 ^a	47,10 ^a	39,34 ^a	0,23 ^b	0,73 ^c
<i>E. cyclocarpum</i>	16,64 ^a	96,49 ^a	4,50 ^a	29,41 ^b	20,59 ^b	1,23 ^a	4,03 ^a
<i>P. dulce</i>	13,13 ^{ab}	93,05 ^a	6,95 ^a	34,81 ^{ab}	22,58 ^b	1,01 ^a	1,46 ^{bc}
<i>A. milleriana</i>	9,05 ^c	96,06 ^a	3,94 ^a	49,00 ^a	40,33 ^a	0,58 ^{ab}	2,15 ^b
EEM	0,72	0,54	0,64	2,36	2,44	0,12	0,13

EEM Error estándar de la media.

Medias con letra distinta en la misma columna indica diferencias estadísticas (Tukey, $P < 0,05$).

PC Proteína cruda, MO Materia orgánica, Ce Cenizas, FDN Fibra detergente neutro, FDA Fibra detergente ácida, TC Taninos condensados, FT Fenoles totales.

TABLA II
CONSUMO (G MS EN 25 MINUTOS) E ÍNDICE DE PREFERENCIA DE OVINOS ALIMENTADOS CON FRUTOS ARBÓREOS TROPICALES DEL SURESTE DE MÉXICO

Fruto arbóreo	Consumo	Índice de preferencia
<i>Prosopis juliflora</i>	32,65 ^a	0,31
<i>Guazuma ulmifolia</i>	24,10 ^a	0,26
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	21,62 ^{ab}	0,23
<i>Phitecellobium dulce</i>	8,06 ^b	0,14
<i>Acacia milleriana</i>	7,60 ^b	0,05
EEM	2,65	

EEM Error estándar de la media.

Medias con letra distinta en la misma columna indica diferencias estadísticas (Tukey, $P < 0,05$).

similar, Palma y Román [20] reportaron al fruto de *G. ulmifolia* como el más preferido en una prueba con ovinos. Estos mismos autores indican que para el caso del género *Acacia* se necesita de un periodo mayor de adaptación a su consumo por parte del animal, lo que podría explicar también los bajos valores encontrados para *A. milleriana* en este trabajo.

Considerando que la composición química, principalmente la cuantificación de factores antinutricionales, tiene una gran importancia en las pruebas de cafeteria, ya que cuando éstos se encuentran en elevada cantidad afectan el metabolismo digestivo de los rumiantes, provocando disminuciones en el consumo [12], se evaluaron correlaciones entre las variables de composición química, consumo y conducta ingestiva, no encontrándose ninguna relación ($P > 0,05$), por lo que aspectos como el olor, el sabor y la astringencia de los frutos podrían explicar las diferencias encontradas con relación a la preferencia. Lo anterior confirma que la preferencia es un fenómeno complejo, ya que no solo es determinado por la presencia de metabolitos secundarios sino también por otros factores tales

como etología y conducta alimentaria del animal, olor, sabor de la planta y factores ambientales [13].

En la TABLA III se presentan los resultados de las variables evaluadas para conocer la conducta ingestiva de los ovinos alimentados con frutos forrajeros. No existieron diferencias significativas ($P > 0,05$) para TB. La VC fue mayor ($P < 0,05$) en los frutos *P. juliflora* y *G. ulmifolia*. Los valores de VB fueron mayores ($P < 0,05$) en los frutos *P. juliflora* y *E. cyclocarpum*, seguidos por el fruto *G. ulmifolia*. Los menores valores de VB ($P < 0,05$) se encontraron para *A. milleriana*. Con referencia a la conducta ingestiva se destaca que los valores obtenidos en frutos son bajos en comparación a los que se encuentran en los pocos estudios realizados con follajes arbóreos [11, 32]. El mayor número de bocados por min (VB) fue lo que explicó el consumo de fruto encontrado, ya que se detectó una correlación positiva entre ambas ($Y = 9,15x + 3,55$, $R^2 = 0,96$). Es decir, el mayor consumo de fruto por los ovinos fue debido a un mayor número de bocados por unidad de tiempo que a la cantidad de fruto que ingerían por bocado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos destacan los frutos de *P. juliflora* y *G. ulmifolia*, como los más preferidos ($P < 0,05$) sin que se encontraran relaciones con las composición química de los mismos, por lo que la explicación podría asociarse a diferencias en la velocidad de bocado provocado por aspectos propios del fruto.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del estado de Chiapas, México por el apoyo financiero recibido mediante el proyecto clave CHIS-2007-CO7-78734.

TABLA III
CONDUCTA INGESTIVA DE OVINOS ALIMENTADOS CON FRUTOS ARBÓREOS TROPICALES DEL SURESTE DE MÉXICO.

Fruto arbóreo	Tamaño de bocado (g MS boc ⁻¹)	Velocidad de consumo (g MS min ⁻¹)	Velocidad de bocado (boc min ⁻¹)
<i>Prosopis juliflora</i>	0,44 ^a	1,31 ^a	3,21 ^a
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,38 ^a	0,86 ^{ab}	2,60 ^a
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,61 ^a	0,96 ^a	1,93 ^{ab}
<i>Phitecellobium dulce</i>	0,21 ^a	0,32 ^b	0,86 ^{bc}
<i>Acacia milleriana</i>	0,84 ^a	0,30 ^b	0,22 ^c

Medias con letra distinta en la misma columna indica diferencias estadísticas (Tukey, $P < 0,05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO-DÍAZ, M. A.; TORRES-ACOSTA, J. F.; SANDOVAL-CASTRO, C. A.; HOSTE, H.; AGUILAR-CABALLERO, A. J.; CAPETILLO-LEAL, C. M. Is goats' preference of forage trees affected by their tannin or fibre content when offered in cafeteria experiments? **Anim. Feed Sci. Technol.** 141: 36–48. 2008.
- [2] ALONSO-DÍAZ, M. A.; TORRES-ACOSTA, J. F.; SANDOVAL-CASTRO, C. A.; HOSTE, H.; AGUILAR-CABALLERO, A. J.; CAPETILLO-LEAL, C. M. Sheep preference for different tanniniferous tree fodders and its relationship with *in vitro* gas production and digestibility. **Anim. Feed Sci. Technol.** 151:75–85. 2009.
- [3] ALTMANN, J. Observational study of behavior. Sampling methods. **Behavior.** 49:227-265. 1974.
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis, 15th Ed. AOAC International, Arlington, 1018 pp 1990.
- [5] CECCONELLO, G.; BENEZRA, M.; OBISPO, N. E. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. **Zoot. Trop.** 21(2):149-165. 2003.
- [6] GARCÍA, E. Cuadros para clasificar los climas según el sistema modificado. **Modificación del sistema de clasificación climática de Köpen.** 5^a Ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 96 pp. 1989.
- [7] GARCÍA, D. E.; MEDINA, M. G.; COVA, L. J.; TORRES, A.; SOCA, M.; PIZZANI, P.; BALDIZÁN, A.; DOMÍNGUEZ, C. Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado Trujillo, Venezuela. **Past. y Forr.** 31(3): 255-270. 2008.
- [8] GÓMEZ, C. H.; PINTO, R.; GUEVARA, F.; MEDINA, F.; NAHED, J.; RUIZ, B.; MENDOZA, P. Antecedentes de la agroforestería pecuaria en Chiapas. En: **Innovación local de sistemas silvopastoriles: contribución a la reconversión productiva de áreas ganaderas.** 1^a Ed. Universidad Autónoma de Chiapas. México. Pp 82-88. 2010.
- [9] GONZÁLEZ, A.; DUARTE, A.; PATTO, C.; PICCOLO, M. F. Caracterización química de la harina del fruto de *Prosopis spp.* procedente de Bolivia y Brasil. **Arch. Latino-amer. de Nutr.** 58(3): 309-315. 2008.
- [10] KAITHO, R. J. Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, the Netherlands. Thesis of Grade. 190 pp. 1997.
- [11] KALIO, G. A.; OJI, U. I.; LARBI, A. Preference and palatability of indigenous and exotic acid soil-tolerant multipurpose trees and shrubs by West African Dwarf sheep. **Agrofor. Syst.** 67:123–128. 2006.
- [12] MAKKAR, H. P. S. Quantification of Tannins in tree and shrub foliage. Klumer Academic Publisher. Netherlands. A Laboratory Manual. 102 pp. 2003.
- [13] MARTEN, G. C. The animal complex in forage palatability phenomena. **J. Anim. Sci.** 46:1470. 1978.
- [14] MAZORRA, C.; BORGES, G.; BLANCO, M.; MARREIRO, P.; MARTÍNEZ, G. Aceptabilidad relativa de las principales especies de plantas que componen las coberturas citricolas de la CPA "José Martí". **Zoot. Trop.** 20(3):341-355. 2002.
- [15] MLAMBO, V.; MOULDB, F. L.; SIKOSANA, J. L. N.; SMITH, T.; OWEN, E.; MUELLER-HARVEY, I. Chemical composition and *in vitro* fermentation of tannin-rich tree fruits. **Anim. Feed Sci. Tech.** 140: 402–417. 2008.
- [16] MOKOBOKI, H. K.; NDLOVU, L. R.; MALATJE, M. M. Intake and relative palatability indices of acacia species fed to sheep and goats. **Agrofor. Syst.** 81:31–35. 2011.
- [17] NGWA, A. T.; NSAHLAI, I. V.; BONSI, M. L. K. Feed intake and dietary preferences of sheep and goats offered hay and legume-tree pods in South Africa. **Agrofor. Syst.** 57(1): 29–37. 2003.
- [18] ORTEGA, L.; PROVENZA, F. D. Experience with blackbrush affects ingestion of shrub live oak by goats. **J. Anim. Sci.** 71:380–383. 1993.
- [19] ORTEGA, L.; RIVAS, F. Acondicionamiento aversivo de ovejas para evitar el consumo de planta de naranja *Citrus sinensis*. **Téc. Pec. Méx.** 36 (1): 49-58. 1998.
- [20] PALMA, J. M.; ROMÁN, L. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. **IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles.** Fundación CIPAV, Cali, 10/25-27. Colombia: Pp 187-189. 1999.
- [21] PINTO, R. R. Suplementación Mineral a Vaquillas Bajo Pastoreo en la Zona Central de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. Tesis de Grado. 211 pp. 1995.
- [22] PINTO, R. R.; GÓMEZ, H.; HERNÁNDEZ, A.; MEDINA, F.; MARTÍNEZ, B.; AGUILAR, V.; NAHED, J.; CARMONA, J. Preferencia Ovina De Árboles Forrajeros Del Centro De Chiapas, México. **Past. Forr.** 26(2):181-190. 2003.
- [23] PINTO, R. R.; GÓMEZ, C. H.; MEDINA, J. F.; GUEVARA, H. F.; HERNÁNDEZ, L. A.; MARTÍNEZ, C. B.; HERNÁNDEZ, S. D. **Arboles forrajeros del trópico seco de México.** Serie Técnica no. 84. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1^a Ed. Turrialba Costa Rica. 116 pp. 2008.

- [24] PIZZANI, P.; MATUTE, I.; DE MARTINO, G.; ARIAS, A.; GODOY, S.; PEREIRA, L.; PALMA, J.; RENGIFO, M. Composición Fitoquímica y Nutricional de Algunos Frutos de Árboles de Interés Forrajero de Los Llanos Centrales de Venezuela. **Rev. Fac. Cien.** 47(2): 105-113. 2006.
- [25] PORTER, L. J.; HIRSTICH, L. N.; CHAN, B. G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochem.** 25:223-230. 1986.
- [26] RESTREPO, C.; JIMÉNEZ, G. Funcionamiento ruminal de animales alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. Tesis. Facultad de Zootecnia, U. de la Salle. Bogotá. Tesis de Grado. 87 pp. 1999.
- [27] ROGOSIC, J.; PFISTER, J. A.; PROVENZA, F. D.; GROBESA, D. Sheep and goat preference for and nutritional value of Mediterranean Maquis shrubs. **Small Rumin. Res.** 64:169–179. 2006.
- [28] ROMÁN, M.; PALMA, J. M.; ZORRILLA, J.; MORA, A.; GALLEGOS, A. Degradabilidad *in situ* de la materia seca de la harina del fruto de guacima, *Guazuma ulmifolia*, con dietas de frutos de especies arbóreas. **Zoot. Trop.** 26(3):227-230. 2008.
- [29] RONCALLO, B.; NAVAS, A.; GARIBELLA, A. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: **II Seminario Internacional. Silvopastoreo: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva.** Valledupar, Neiva, Villavicencio. 11/18. Colombia. Pp 231-244. 1996.
- [30] RONCALLO, B.; TORRES, E.; ALVAREZ, M. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo *Pithecellobium saman* durante la época de lluvias. **IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles.** Fundación CI-PAV, Cali, 10/25-27, Colombia: Pp 88-93. 1999.
- [31] SANDOVAL-CASTRO, C. A.; LIZARRAGA-SÁNCHEZ, H. L.; SOLORIO-SÁNCHEZ, F. J. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, *in vitro* gas production and *in situ* degradability. **Anim. Feed Sci. Technol.** 277–289. 2005.
- [32] SOSA, R. E.; PÉREZ, D.; ORTEGA, L.; ZAPATA, G. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. **Téc. Pec. Méx.** 42(2):129-144. 2004.
- [33] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS/STAT. In: Guide for Personal Computers Version 6. 03 USA. 1991.
- [34] VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74:3583–3597. 1991.
- [35] VAN SOEST, P. J. Gastrointestinal Functions. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. 476 pp. 1994.