

Composición botánica y calidad de la dieta de bovinos en un sistema silvopastoril intensivo

Botanical Composition and Quality of Cattle's Diet in an Intensive Silvopastoral System

Fátima Monserrat Urbina Cruz,^{1*} René Pinto Ruíz,²
Roselia Ramírez Díaz,² Francisco Guevara Hernández,²
Deb Raj Aryal³ y José Apolonio Venegas Venegas³

¹ Estudiante de la maestría en ciencias de producción agropecuaria tropical de la UNACH, Villaflores, Chiapas, México.

² Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Programa educativo de ingeniero agrónomo en ganadería ambiental. Carretera Ocozocoautla-Villaflores, km 80. Villaflores, Chiapas, México.

³ Cátedras-Conacyt y maestría en ciencias de producción agropecuaria tropical de la UNACH
*Correspondencia: fatima.urbinacruz@gmail.com

Resumen

Se realizó un estudio para evaluar la composición botánica y calidad de la dieta seleccionada para bovinos pastoreando un sistema silvopastoril intensivo (50,000 árboles ha⁻¹) de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) asociado con Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) y Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) (T₁), en comparación al sistema de solamente gramíneas (T₂). Se utilizaron ocho becerros en crecimiento de raza Jersey en cada tratamiento. La composición botánica se conoció a través de la técnica de micriohistología en heces, mientras que la calidad de la dieta fue a través de la estimación de proteína cruda (PC), cenizas (Ce) y materia orgánica (MO), y fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Los datos se analizaron mediante un modelo completamente al azar y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey. El T₁ presentó un consumo de 68.41% de la gramínea y 31.59% de la arbórea y para el T₂ la dieta contenía 100% de la gramínea. Respecto a la calidad de la dieta seleccionada, se encon-

Abstract

A study was conducted to evaluate the botanical composition and quality of the diet selected by cattle grazing an intensive silvopastoral system (50,000 ha⁻¹ trees) of *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) associated with Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) and African Star (*Cynodon plectostachyus*) (T₁) compared to the grass-only system (T₂). Eight growing calves of the Jersey breed were used in each treatment. The botanical composition was known through the technique of micriohistology in feces while the quality of the diet, through the estimation of crude protein (PC), ashes (Ce) and organic matter (MO) and neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA). The data were analyzed using a completely random model and the comparison of means was made through the Tukey test. The T₁ presented a consumption of 68.41% of the grass and 31.59% of the tree, for T₂, the diet contained 100% of the grass. Regarding the quality of the selected diet, statistical differences were found (P < 0.05) in the

traron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para el caso de PC ($T_1 = 11.9\%$, $T_2 = 7.8\%$). Se concluye que la presencia de la arbórea *Leucaena* en el sistema, mejora la calidad de la dieta seleccionada de los bovinos en función de una composición botánica más diversa.

Palabras clave

Leucaena, agroforestería, pastoreo, rumiante.

case of PC ($T_1 = 11.9\%$, $T_2 = 7.8\%$). It is concluded that the presence of the *Leucaena* tree in the system improves the quality of the selected diet of the bovines based on a more diverse botanical composition.

Keywords

Leucaena, agroforestry, grazing, ruminant.

Introducción

En las regiones tropicales, los sistemas tradicionales de producción animal se caracterizan por utilizar el pastoreo de gramíneas en monocultivo como principal fuente de alimentación, las cuales poseen de bajos a medianos rendimientos de forraje y son de deficiente calidad, sobre todo en la época de secas. Aunado a ello, dichos sistemas pecuarios están asociados con problemas de deforestación, degradación del suelo, escasez del agua, alteraciones en el clima y baja productividad animal (Murgueitio *et al.*, 2012).

Ante esta problemática, en la última década se promovieron los sistemas silvopastoriles intensivos, mismos que son una modalidad de la agroforestería. Éstos se caracterizan por la presencia de altas densidades (mayor a 10,000 árboles ha^{-1}) de arbustos forrajeros, tales como *Leucaena leucocephala*, asociados a pastos mejorados de alta producción de biomasa bajo modelos de pastoreo rotacional intensivo, con el uso de cercas eléctricas y oferta de agua a través de abrevaderos (Canul *et al.*, 2018).

Diversos estudios demuestran que estos sistemas son una opción importante para mejorar la ganadería por su alto rendimiento y calidad de forraje, el cual permite incrementar de manera considerable la productividad y la carga animal (Paciullo *et al.*, 2011; Pinto *et al.*, 2014; Mancera *et al.*, 2018). Sin embargo, los trabajos realizados no reportan aspectos relacionados sobre cómo los animales los utilizan, ya que se podría modificar la conducta animal debido a la alta presencia de follaje arbóreo en el sistema, el cual es mayor al que se encuentra en los sistemas silvopastoriles convencionales (3,000-5,000 árboles ha^{-1}).

Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la composición botánica y la calidad de la dieta seleccionada por becerros en crecimiento, pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) asociado con Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) y Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), en comparación con el sistema establecido únicamente con las gramíneas.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el rancho “Los Flamboyanes”, localizado en la carretera Tuxtla-Villaflores km 55, en el municipio de Villaflores, Chiapas. La zona se caracteriza por tener una vegetación clasificada como selva baja caducifolia y suelos arcillosos someros

(25 cm). Su ubicación geográfica es 16°23' latitud Norte y 93°11' longitud Oeste, con una altura promedio de 837 msnm, presenta una precipitación promedio anual de 1,200 mm y una temperatura promedio anual de 23.8 °C, predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2014).

Tratamientos y características del sitio experimental

El sitio experimental estuvo integrado por dos tratamientos: el sistema silvopastoril intensivo (SSPi) se encuentra establecido con los pastos Chontalpo (*B. decumbens*) y Estrella africana (*C. plectostachyus*) y cuya composición en el potrero fue de 43 y 57%, respectivamente, asociados con Leucaena (*L. leucocephala*), arbórea establecida bajo la modalidad de pastura en callejones; la plantación tiene una edad de tres años y los árboles se encuentran sembrados en hileras sencillas, orientadas de oriente a poniente a una distancia entre hileras de 1.0 x 0.2 m entre árboles, lo que indica una densidad de 50,000 árboles por hectárea. Mientras que el otro tratamiento es el sistema de solo gramíneas (SG), establecido con Chontalpo (*B. decumbens*) y Estrella africana (*C. plectostachyus*) y cuya composición en el potrero fue de 37 y 63%, respectivamente; dicho potrero tiene una edad aproximada de tres años de establecido y el uso previo al experimento había sido en pastoreo extensivo, sin fertilización, bajo condiciones de temporal y controlando arvenses de manera manual.

Manejo del sitio experimental

Al inicio de la época de lluvias, las gramíneas se chapearon en ambas parcelas, con la finalidad de homogenizar y eliminar el material muerto y maduro, así como estimular el rebrote. Asimismo, se realizó una poda en el SSPi, cuya altura fue de 1.0 m, para que el material forrajero estuviera a disposición del animal para su ramoneo. Previo al inicio del experimento, se instalaron bebederos móviles y se delimitaron los potreros con cercos eléctricos (en ambos sistemas), y así manejar cargas animales, tiempos de ocupación y descanso constantes a lo largo del periodo experimental. Se contó con un total de 14 potreros (siete para cada tratamiento), cuyas dimensiones en promedio fueron de 0.950 ha. Ambas praderas se manejaron en condiciones de temporal y sin fertilización.

Características y manejo de los animales

Los animales utilizados fueron 16 becerros en crecimiento de la raza Jersey, con un peso inicial promedio de 182 kg±3.6, mismos que se manejaron mediante el método de pastoreo rotacional intensivo, con un periodo de ocupación en cada potrero de cinco días y 30 de descanso. En cada tratamiento se introdujeron ocho becerros, a las cuales únicamente se les proporcionó una mezcla mineral y agua, ambos a libre acceso. A cada grupo de animales se les proporcionó ocho días de adaptación a su tratamiento correspondiente antes del inicio de toma de datos. En este periodo, todos los animales fueron identificados para facilitar su manejo, desparasitados (Ivermectina 10 mg, 1 mL 50 kg⁻¹ PV vía subcutánea) y vitaminados (vitamina A, D3 y E1 alfa-tocoferolacetato, 5 mL animal⁻¹ vía intramuscular).

Periodo experimental

El trabajo experimental se realizó, en los meses de agosto y noviembre del año 2017.

Variables evaluadas

- Composición botánica de la dieta seleccionada

Con la finalidad de conocer la composición botánica (porcentaje de especies presentes) de la dieta seleccionada, las heces de los animales fueron sometidas a un análisis microhistológico, siguiendo la técnica descrita por Hernández *et al.* (2018), para lo cual se realizó un montaje de laminillas de referencia (patrones) obtenidas a partir de muestras de las especies presentes en ambas áreas de pastoreo y potencialmente consumibles por el animal, las cuales se procesaron para determinar los patrones de tejido de cada una de ellas.

Así también, se montaron laminillas temporales (correspondientes a muestras de heces); en éstas se identificaron estructuras anatómicas de las especies vegetales, tales como tricomas; forma y tamaño de los estomas; el arreglo, tamaño y forma de la pared celular; cuerpos de sílice, micro y macro vellosidades; papilas, entre otras. Una vez preparadas las laminillas, se llevaron a cabo lecturas al microscopio cotejando las muestras temporales con las laminillas de referencia. Posteriormente fue necesario convertir los registros de densidad relativa mediante la siguiente fórmula (Curtis y McIntosh, 1950):

$$F = 1 - e^{-x}$$

Donde:

F = frecuencia, e = base de logaritmo natural, x = densidad media.

- Calidad de la dieta seleccionada

Para conocer la calidad de la dieta seleccionada se obtuvieron muestras a través del método de vaciado ruminal (Gutiérrez, 1991), en cuatro toretes canulados y utilizados en cada tratamiento. A dicha muestra se le estimó su valor de proteína cruda (PC), cenizas (Ce) y materia orgánica (MO), según indicaciones de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990); mientras que fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fueron determinadas según la técnica de Van Soest (1983).

Diseño experimental y modelos estadísticos

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos (tipo de sistema) y cuatro repeticiones (animales canulados) por tratamiento para el caso de la calidad y ocho para el caso de composición botánica (heces de los ocho animales por tratamiento: enteros y canulados). La prueba de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Todos los análisis fueron realizados con procedimientos del paquete estadístico SAS (1994).

Resultados

La composición botánica de la dieta seleccionada por los becerros en cada tratamiento evaluado se presenta en el cuadro 1. En el SSPi, los animales tuvieron la opción de elegir *L. leucocephala*, cuya selección propició una disminución en la selección de la gramínea. En dicho cuadro se observa que *B. decumbens*, establecido en ambos tratamientos, fue el más consumido con relación a *C. plectostachyus*.

Cuadro 1

Composición botánica (%) de la dieta seleccionada por becerros en un sistema silvopastoril intensivo de *L. leucocephala* asociada con *B. decumbens* y *C. plectostachyus* y una pradera de sólo gramíneas

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	
		SSPi	SG
Chontalpo	<i>Brachiaria decumbens</i>	48.71 ^b	76.94 ^a
Estrella Africana	<i>Cynodon plectostachyus</i>	19.70 ^a	23.06 ^a
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	31.59	

Letras diferentes en la misma hilera indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P < 0.05$); SSPi: Sistemas silvopastoril intensivo; SG: Sistema de sólo gramíneas.

Respecto a la calidad de la dieta seleccionada, en el cuadro 2 se aprecia que los mayores valores de PC ($P < 0.001$) se encontraron en la dieta de los animales pastoreando la pradera asociada.

Cuadro 2

Calidad de la dieta seleccionada por becerros en un sistema silvopastoril intensivo de *L. Leucocephala* asociada con *B. decumbens* y *C. plectostachyus* y una pradera de sólo gramíneas

Composición	Tratamiento	
	SSPi	SG
PC	11.9 ^a	7.8 ^b
FDN	57.91 ^a	64.60 ^a
FDA	26.71 ^a	25.29 ^a
MO	83.40 ^a	86.10 ^a
Ce	10.78 ^a	8.38 ^a

Letras diferentes en la misma hilera indican diferencias estadísticas significativas para la prueba de Tukey ($P < 0.05$). SSPi: Sistemas silvopastoril intensivo; SG: Sistema de sólo gramíneas;

PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutra; FDA= Fibra detergente ácida; MO= Materia orgánica; Ce= Cenizas.

Discusión

Los resultados indican la importancia de promover la presencia de una especie arbórea en las áreas de pastoreo, ya que permitirá al animal variar su dieta y mejorar la calidad de la dieta seleccionada (Ford *et al.*, 2019). En la comparación del porcentaje de la arbórea encontrada en la dieta seleccionada en el sistema silvopastoril intensivo (31.59%) con la reportada por Pinto *et al.* (2014) —quienes evaluaron la dieta seleccionada de bovinos pastoreando una pradera de gramíneas en monocultivo y en un sistema silvopastoril convencional (densidad de 1,333 árboles ha⁻¹) bajo la modalidad de pasturas en callejones (26.90% de arbóreas y 73.10% de gramíneas)—, puede apreciarse que no existe una diferencia sustancial entre ambos sistemas; es decir, es posible que la mayor densidad arbórea del primero no contribuye a que la especie arbórea sea más seleccionada.

Asimismo, comparando los resultados encontrados en este trabajo con los reportados por Hernández *et al.* (1999), quienes en un estudio realizado en época de lluvias, conocieron la composición botánica de la dieta seleccionada por vacas que pastaron en un sistema de silvopastoreo multiasociado de amplia diversidad vegetal, encontraron un consumo de 59.2, 55.5 y 63.2% de especies arbóreas, en los tratamientos con alta, media y baja producción; y en lo que se refiere a las especies de gramíneas, los porcentajes respectivos fueron de 40.6%, 44.5 y 36.7%. Los valores anteriores fueron mayores, en comparación con los observados en el presente trabajo, la diferencia se considera que es debida a la composición misma de los sistemas, ya que la diversidad de especies presentes en las multiasociaciones, permite a los animales tener mayores oportunidades de seleccionar especies leguminosas, en contraste con los de reducida asociación, obligando a los animales a completar su dieta con la especie de mayor proporción en el sistema (Castillo *et al.*, 2014).

Por otro lado, la mayor presencia de *B. decumbens* en la dieta seleccionada del SG indica la preferencia de los animales cuando se les ofrece la posibilidad de seleccionar incluso entre especies de gramíneas (Elgersma *et al.*, 2014).

Respecto a la calidad de la dieta, los niveles promedio de PC aportados en la dieta de la pradera asociada puede, siempre y cuando el consumo no se limite, cubrir requerimientos nutricionales de los animales por encima de mantenimiento (6.5%) (Minson, 1990). Para el resto de los valores no se presentaron diferencias ($P < 0.001$) entre los dos tratamientos. Los mejores valores proteínicos del SSPi se debieron a la presencia de la arbórea en la dieta, pues se reconoce que el follaje de los árboles con uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína, más que el de las gramíneas tropicales (Elgersma *et al.*, 2014; Lee, 2018). Similar a lo encontrado en este trabajo, dietas con valores altos de proteína, fueron reportadas en animales pastoreando vegetación secundaria (Sosa *et al.*, 2004).

La tendencia encontrada en este trabajo es similar a lo reportado por Pinto *et al.* (2014), quienes señalan mayores valores de proteína en las dietas de animales en sistemas silvopastoriles convencionales, y cuyo contenido de PC (10.60%) es muy parecido al que se encontró en este trabajo (11.90%). Es decir, el hecho de que el sistema silvopastoril

sea intensivo (mayor densidad arbórea que un sistema silvopastoril convencional), no implica una mayor calidad en la dieta seleccionada. Lo anterior demuestra la bondad del sistema silvopastoril, ya sea intensivo o convencional, para mejorar el ingreso de nutrientes al animal, lo que significa un mejor comportamiento en la producción.

Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la dieta seleccionada por los bovinos que pastaron en el sistema silvopastoril en alta densidad fue de mayor calidad, en términos de proteína cruda, en comparación al sistema en monocultivo; lo que está relacionado directamente con la composición botánica de la misma, ya que fue más diversa, pues se encontró hasta un 32% de follaje arbóreo de *L. leucocephala*.

Literatura citada

- AOAC. (1990). *Official methods of analysis of the association of official analytical Chemist*. 15 th. Ed. Association of official analytical chemist. Washington, USA. Pp. 17-90.
- Canul, S. J.; Alvarado, C. C.; Castillo, S. L.; Sandoval, G. J.; Alayón, G. J.; Piñero-Vázquez, A. y Ku, V. J. (2018). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. una especie arborea multipropósito para la sustentabilidad de los agroecosistemas tropicales. *Agroproductividad*, 11(10): 195-201.
- Castillo, G. E.; Rascón, C. R.; García, G. D.; Jarillo, R. J.; Aluja, S. A. y Mannelje, L. T. (2014). Comportamiento ingestivo de vacas en una asociación grama nativa/*Arachis pintoi* en el trópico húmedo veracruzano. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 5(4): 409-427.
- Curtis, J. and McIntosh, R. P. (1950). The interrelations of certain analytic and synathetic phytosociological characteristics. *Ecol.* 31(3): 434-455.
- Elgersma, A.; Søegaard, K. and Jensen, S. K. (2014). Herbage dry-matter production and forage quality of three legumes and four non-leguminous forbs grown in single-species stands. *Grass. Forage. Sci.* 69(4): 705-716.
- Ford, M. M.; Zamora, D. S.; Current, D.; Magner, J.; Wyatt, G.; Walter, W. D. and Vaughan, S. (2019). Impact of Managed Woodland Grazing on Forage Quantity, Quality and Livestock Performance: the Potential for Silvopasture in Central Minnesota, USA. *Agrofor. Syst.* 93(1): 67-79.
- Gutiérrez, A. J. L. (1991). *Nutrición de rumiantes en pastoreo*. Colección de textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México. 279 p.
- Hernández, D.; Carballo, M. y Reyes, F. (1999). *Multiasociación y biodiversidad: alternativas para la producción sostenible de leche en Cuba*. Memorias: VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Pp. 130-132.
- Hernández, L. A.; Pinto, R. R.; Guevara, H. F.; Medina, J. F.; Gómez, C. H.; Ortega, R. L. y Hernández, S. D. (2018). *La microhistología y su aplicación en la agroforestería pecuaria*. Ed. Fontamara. México. 128 p.
- INEGI. (2014). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Marco Geoestadístico*. Versión 3.1. Villaflores, Chiapas.
- Lee, M. A. (2018). A Global Comparison of the Nutritive Values of Forage Plants Grow in Contrasting Environments. *J. Plant. Res.* 131(4): 641-654.
- Mancera, K. F.; Zarza, H.; López, L.; Carrasco, G. A.; Montiel, P. F. y Galindo, F. (2018). Integrating Links Between Tree Coverage and Cattle Welfare in Silvopastoral Systems Evaluation. *Agron. Sustain. Dev.* 38: 19.
- Minson, D. J. (1990). *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press. Inc. USA. 483 p.
- Murgueitio, R. E.; Chará, O. J.; Barahona, R. R.; Cuartas, C. C. y Naranjo, R. J. (2012). *Los Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático*. IV. Con-

- greso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Memorias. Morelia y Valle de Apatzingán/Tepalcatepec, México. Pp. 1-8.
- Paciullo, D. S.; Castro, C. R.; Gomid, C. A.; Maurício, R. M.; Pires, M. F.; Müller, M. D. y Xavier, D. F. (2011). Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livest. Sci.* 141(1): 166-172.
- Pinto, R. R.; Ortega, R. L.; Gómez, C. H.; Guevara, H. F. y Hernández, S. D. (2014). Comportamiento animal y características de la dieta de bovinos pastoreando estrella africana sola y asociada con árboles. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 5(3): 365-374.
- SAS. (1994). *SAS. Usersguide.* Version 6.11. University of Nebraska: Statistics. SAS Inst. Inc., Caray, NC, USA.
- Sosa, R. E.; Pérez, R. D.; Ortega, R. L. y Zapata, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pecu. Méx.* 42(2): 129-144.
- Van Soest, J. P. (1983). *Nutrition Ecology of the Ruminant: metabolism, Nutritional strategies, the cellulytic fermentation and chemistry of forages and plant fibers.* Corvallis, Oregon. Unite States American. Pp. 276-345.

Recepción: 15 de noviembre de 2018

Envío arbitraje: 20 de diciembre de 2018

Dictamen: 26 de agosto de 2019

Aceptado: 17 de septiembre de 2019