

## Composición química y digestibilidad in situ del fruto de recursos forrajeros arbóreos tropicales

*Chemical composition and digestion in situ of fruit of fodder resources tropical tree*

González, E.<sup>1</sup>, Pardo, S.<sup>2\*</sup>, Ramos, C.<sup>1</sup> & Silva, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación Carne de Rumiantes, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Campo Experimental Tecomán, Tecomán, Colima, México.

<sup>2</sup>Programa de Investigación Frutales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Campo Experimental Valle de Apatzingán, Antúnez, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Carretera Apatzingán Uruapan 17, Antunez, 60781 Uruapan, Michoacán, Mexico

\*E-mail: ivan.gonzalez89@hotmail.com

### Resumen

En el municipio de La Huerta, Jalisco, durante la época seca, se recolectaron frutos maduros de los árboles, parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mojote (*Brossimum alicastrum*) y el arbusto, guácima (*guásima ulmifolia*), como recursos forrajeros tropicales con la finalidad de obtener información de los parámetros nutricionales. Los frutos recolectados se analizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara, en Ciudad Guzmán, Jal. Para determinar su composición química, se determinó materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra detergente neutra (FDA) y fibra detergente acida, donde el fruto de parota presentó el mayor porcentaje de proteína cruda con 14.7%, mientras que el fruto de guácima obtuvo el menor porcentaje de proteína cruda con 6.8%; por otro lado, el mojote obtuvo el contenido más bajo de FDA con 7.8%. Conocer la calidad nutricional de los frutos de los recursos forrajeros, nos permitió identificar a Parota y Mojote como buenas alternativas para la alimentación animal en la época de estiaje, ya que mostraron contenidos aceptables de proteína y bajos contenidos de FDA.

**Palabras clave:** Digestibilidad, árboles, fruto, trópico, composición química.

### Abstract

In the municipality of La Huerta, Jalisco, during the dry season, ripe fruits were collected from the trees, parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mojote (*Brossimum alicastrum*) and the shrub, guácima (*guásima ulmifolia*), as tropical forage resources with the purpose of to obtain information on nutritional parameters. The collected fruits were analyzed in the Animal Nutrition Laboratory of the Southern University Center of the University of Guadalajara, in Ciudad Guzmán, Jal. To determine its chemical composition, dry matter, crude protein, ethereal extract, crude fiber, neutral detergent fiber (FDA) and acid detergent fiber were determined, where the parota fruit presented the highest percentage of crude protein with 14.7%, while the guácima fruit obtained the lowest percentage of crude protein with 6.8%; on the other hand, mojote obtained the lowest FDA content with 7.8%. Knowing the nutritional quality of the fruits of forage resources, allowed us to identify Parota and Mojote as good alternatives for animal feeding in the dry season, since they showed acceptable protein content and low FDA content.

**Key words:** digestibility, trees, fruit, tropical, chemical composition.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de bovinos doble propósito es una de las principales actividades de los productores de las regiones de América Latina, este tipo de sistema se desarrolla principalmente bajo grandes extensiones de terreno destinadas al pastoreo de pastizales (Orantes et al., 2014). Entre los años 1976 y 2000 llega a México una revolución ganadera, la cual, impactó en la deforestación de entre quinientas mil y seiscientas mil hectáreas anuales, lo que produjo la pérdida de 20 mil Km<sup>2</sup> de bosques templados y 60 mil de tropicales; este acontecimiento se dio principalmente para el proceso de acondicionamiento de praderas con pastos y gramíneas forrajeras, a costa de la pérdida de bosques y selvas, sin tener en cuenta que una diversidad muy grande de los frutos de muchos árboles tropicales pueden ser utilizados de manera segura para la alimentación de los animales rumiantes (Palma, 2014).

Uno de los principales retos que afrontan los productores ganaderos modernos, es el de incrementar la producción de carne y leche, de tal manera que esta actividad sea rentable, con la atención de los costos de producción y garantizar la demanda de la población, además de cuidar la conservación de los recursos naturales. Un sistema ganadero moderno, necesariamente, tiene que ser rentable y competitivo. Si bien los factores que involucran a este tipo de sistema productivo son muy variados, el más importante y de mayor demanda es el componente de la alimentación de los animales y dentro de este, lo relacionado con las gramíneas, los frutos y hojas de leguminosas, debido a que constituyen la principal fuente de alimentación de los animales en sistemas productivos extensivos (Rojas et al., 2005).

Una de las modalidades que puede ser adoptada por los productores de las regiones tropicales del país son los sistemas silvopastoriles, el cual, contribuye a potenciar las interacciones positivas entre la agricultura, ganadería, silvicultura y ambiente físico, maximizan la productividad de la tierra y permiten manipular eficientemente los principios biológicos de la producción animal, vegetal y sus interacciones, incrementan la producción, promueven la congruencia entre el uso y la conservación de los recursos naturales y favorecen el desarrollo sostenible de los mismos (Nahed et al., 2001).

Algunas de las prácticas antes mencionadas, son poco conocidas en la costa de Jalisco, entre las que destacan: el sombrío con árboles maderables, plantaciones de forrajeras (para alimentación animal), cultivos en franjas, cortinas rompevientos, cercas vivas, entre otras.

Estas numerosas técnicas son utilizadas en regiones con diferentes condiciones ecológicas, económicas y sociales.

En suelos fértiles los sistemas silvopastoriles pueden ser muy productivos y sostenibles, sin embargo, esas prácticas tienen un alto potencial para mejorar los suelos pobres y maltratados por prácticas de agricultura convencional dependientes de los insumos (abonos, pesticidas, plaguicidas y maquinaria). Referentes a estos tipos de recursos, en las regiones tropicales de México y específicamente en la costa sur de Jalisco, existen especies arbóreas y arbustivas como la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mojote (*Brossimum alicastrum*) y la guácima (*Guásuma ulmifolia*), entre otras especies que son deforestadas para implantación de praderas, sin analizar el potencial nutricional que pueden aportar sus frutos en la época de estiaje para la producción de carne o leche.

Como alternativa, se ha planteado en diversos estudios la integración de árboles, pasturas y animales en sistemas de producción, que tiene como objetivo, desarrollar tecnologías para conformar la silvicultura y la ganadería en los sistemas de producción, para así orientarlos a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería (Giraldo y Vélez, 1993).

La necesidad de usar productos regionales, como los frutos maduros de árboles y arbustos forrajeros en el trópico seco, precisan conocer las características fermentativas y su composición química para establecer las ventajas y limitaciones de su uso en la alimentación de rumiantes, sobre todo en la época de estiaje donde la limitante de forrajes de calidad se ve reducido por la época de lluvias en el trópico (Hernández-Morales et al., 2016).

Dado lo anterior, el presente trabajo de investigación recolecta el fruto de tres recursos forrajeros existentes en la costa sur de Jalisco para conocer su valor nutritivo y poder ser considerados como una alternativa forrajera y nutricional en los sistemas de producción de la región.

Entonces, el objetivo es determinar la composición química y digestibilidad in situ de la materia seca del fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mojote (*Brossimum alicastrum*) y guácima (*Guásuma ulmifolia* Lam) en estado maduro.

## 2. METODOLOGÍA

Se recolectaron frutos maduros de los árboles parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y mojote (*Brossimum alicastrum*), así como un arbusto guácima (*Guásuma ulmifolia* Lam).

La recolección se realizó en las áreas de agostadero (cerros) de la localidad de La Concepción, municipio de la Huerta, Jalisco, México. Con coordenadas geográficas de ubicación entre los paralelos 19° 13' y 19° 46' de L N; los meridianos 104° 31' y 105° 14' de L O con una altitud entre 0 y 1 300 msnm. El clima de esta localidad es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de precipitación pluvial anual de 600-2000 mm distribuidos en los meses de junio a octubre y un rango de temperatura de 20 - 28°C (INEGI, 2009 a).

#### *Colección y preparación de los alimentos*

En un área de aproximadamente diez hectáreas con diferente vegetación arbórea y arbustiva, entre la cual se encontró: parota, mojote y guácima. Se tomaron muestras de fruto de diez árboles respectivamente, aproximadamente dos kg/árbol, las muestras de cada especie se homogenizaron perfectamente para luego tomar tres muestras de cada tratamiento; con la finalidad de obtener información de parámetros nutricionales de los frutos recolectados en estado maduro. Posteriormente las muestras se llevaron al laboratorio de nutrición animal del Centro Universitario del Sur (CUSUR) para su proceso.

#### *Análisis Químico del experimento*

Las determinaciones químicas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. Los ingredientes fueron secados en una estufa de 55° C por 48 horas y posteriormente, se molieron en un molino de martillo (Thomas-Wiley Mill) con criba de 2 mm para su análisis. A cada ingrediente, se le determinó; materia seca total (MST); proteína cruda (PC), mediante el método Kjeldahl; extracto etéreo (EE), por el método Soxhelt; fibra cruda (FC), por el método de Weende; cenizas por combustión en mufla a 550°C (C); y materia orgánica (MO) por diferencia. Todos los ingredientes y métodos fueron elaborados mediante las técnicas descritas por la AOAC International (2003). La energía metabolizable (EM) fue calculada mediante la fórmula  $EM = 1.81 + 0.064 \times PC$  (Martín y Palma, 1999). Las determinaciones de las fracciones de fibra (FDN y FDA) se realizaron con el método de Van Soest et al. (1991).

#### *Digestibilidad In Situ*

El proceso de digestibilidad in situ se realizó en el rancho “Dos Pivotes”, ubicado al suroeste del

municipio de Zapotlán el Grande, del estado de Jalisco, México; con coordenadas geográficas de 19° 27' 13" de latitud norte y 103° 27' 57" de longitud oeste, con una altitud de 1,520 ms. n. m. (INEGI, 2009 b).

Para determinar la digestibilidad in situ de la materia seca (DIMS) de los frutos de mojote, parota y guácima, se utilizaron dos novillos de raza Holstein fistulados con cánula ruminal permanente, con un peso promedio de 350 kg, que fueron alimentados con rastrojo de maíz, punta de caña, pasto rhodes seco, ensilado de maíz y concentrado comercial, durante el periodo experimental. Se utilizaron bolsas de polietileno de 10 x 15 cm con un tamaño de poro de 52 (+/-) 10 µm., las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 24 hrs., se enfriaron en un desecador y una vez identificadas se pesaron; en cada una se depositó 5 gr de muestra. Las bolsas se cerraron con ligas de hule y se sujetaron con hilo de nylon a una cadena. La incubación ruminal de las muestras se realizó a 0, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas, colocando tres muestras por tratamiento, además de agregar blancos en cada uno de los tiempos (bolsas sin muestra). Las bolsas fueron depositadas secuencialmente, con el fin de que todas las bolsas fueran removidas al mismo tiempo; posteriormente se lavaron con agua potable. Se dejaron secar a dos temperaturas por determinado tiempo, temperatura ambiente y a 55 °C por 48 hrs. en estufa de aire forzado, posteriormente se registró su peso y se determinó la DIMS y DISMO de cada periodo de incubación mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Digestibilidad in situ (\%)} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se realizó análisis de varianza y prueba de medias a los datos obtenidos (Tukey al  $P < 0.05$ ). SAS, (2001). Los resultados encontrados (ver Tabla 1) indicaron que solo en las variables MO y C del bromatológico no se obtuvo significancia ( $P > 0.05$ ) y las medias indicaron que el fruto de Guácima fue el que mostró los mayores valores de MS, GC, FC, FDN, FDA, y C; por otro lado, el fruto del mojote obtuvo los valores más bajos en MS, GC, FC, FDA. La variable de PC y MO fue mayor en parota, mientras que los frutos de guácima fueron los que presentaron el valor más bajo.

**TABLA 1.** Análisis bromatológico de tres frutos en La Huerta, Jalisco

Determinación	Parota	Mojote	Guácima	Media	EEM
Materia Seca (MS%)	54.2 b	42.7 c	87.0 a	58.6	0.98
Materia Orgánica (MO%)	95.5 a	95.1 a	94.7 a	95.1	0.87
Proteína Cruda (PC%)	14.7 a	11.0 b	6.8 c	10.3	0.34
Grasa Cruda (GC%)	15.1 b	12.9 c	20.4 a	15.8	0.48
Fibra Cruda (FC%)	18.6 b	8.4 c	44.4 a	19.1	1.15
Fibra Detergente Neutro (FDN)	17.1 b	50.3 c	54.1 a	35.9	0.84
Fibra Detergente Acido (FDA)	12.1 c	7.8 b	42.1 a	15.9	0.78
Hemicelulosa (H)	4.9 c	49.5 a	12.0 b	14.3	0.57
Cenizas (C)	4.5 a	4.9 a	5.3 a	4.9	0.35

**Fuente.** a, b: literales diferentes en la misma hilera, indican diferencia estadística entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

En la variable de digestibilidad in situ de la materia seca DISMS, se observó significancia ( $P < 0.05$ ) en casi todos los periodos de incubación con excepción de las 12 hrs., donde todos fueron similares (ver Tabla 2). Se pudo apreciar que los frutos de mojote fueron los que presentaron mayor digestibilidad, y que a la edad de 36 hrs., se alcanzó la máxima degradación con 97.5. Por otro lado, se aprecia que los frutos de guácima

presentaron la menor tasa de degradación en todos los tiempos de incubación con 64.4 % a las 36 hrs. Si lo comparamos con lo máximo alcanzado por los otros dos frutos, se observa que tiene 20 % menos que parota y 33.1 % menos que mojote. La baja digestibilidad del fruto de guácima puede estar en función del menor contenido de proteína cruda y por el mayor contenido de fibra cruda.

**TABLA 2.** DISMS de tres frutos de recursos forrajeros de La Huerta, Jalisco

Tiempo de incubación (hrs.)	Frutos			EEM
	Parota	Mojote	Guácima	
0	20.7 c	31.4 a	26.3 b	0.7674
12	69.5 a	62.8 a	30.6 a	1.7988
24	79.8 b	90.6 a	59.4 c	0.3846
36	84.8 b	97.5 a	64.4 c	0.8410
48	79.9 b	92.1 a	59.7 c	0.5751
72	80.7 b	93.1 a	60.4 c	1.0776
96	79.7 b	91.5 a	58.0 c	1.3151

**Fuente.** a, b: literales diferentes en la misma hilera, indican diferencia estadística entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

El análisis de varianza y la prueba de medias realizados a la variable digestibilidad in situ de la materia orgánica DISMO de los tres frutos indicaron que en todos los tiempos de incubación fueron diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la Tabla 3, se puede apreciar que los frutos de mojote fueron los que presentaron mayor digestibilidad, y que al igual que la DIVMS, en la edad de 36 hrs. se alcanzó la máxima degradación con 94.6 % y después se estabilizaron, a excepción del fruto de guácima, donde su máxima digestibilidad fue en el periodo de 48 hrs. con solo dos décimas porcentuales más.

En la misma Tabla 3, se observó que, en esta variable, los frutos de parota son los de menor tasa de

degradación en todos los tiempos de incubación, donde se obtuvo 86.9 % a las 36 hrs. que, al compararlo con lo máximo alcanzado por los otros dos frutos, tiene 7.9 % menos que guácima y 7.7 % menos que mojote.

TABLA 3. DISMO de tres frutos de recursos forrajeros de La Huerta, Jalisco

Tiempo de incubación (hrs.)	Frutos			EEM
	Parota	Mojote	Guácima	
0	26.1 b	26.1 b	24.4 a	0.9017
12	69.2 b	74.6 a	69.0 b	0.7632
24	78.3 b	85.5 a	84.9.a	0.4982
36	86.9 b	94.6 a	89.9 b	0.8857
48	79.9 c	87.1 b	94.8 a	0.9589
72	80.7 b	94.3 a	81.2 b	0.9242
96	79.7 b	93.9 a	77.4 b	0.9006

Fuente. a, b: literales diferentes en la misma hilera, indican diferencia estadística entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

#### 4. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que la determinación de la composición química nos permitió conocer que los frutos maduros de los árboles parota y mojote mostraron contenidos aceptables de proteína y altas digestibilidades, por lo que con toda seguridad pueden formar parte de la dieta de rumiantes en la época de estiaje.

La guácima, aunque reportó la menor calidad nutritiva y digestibilidad no debe ignorarse para su empleo en la alimentación animal en la época seca, ya que se encuentra distribuida, no solo en el municipio de la Huerta, Jalisco, sino también en todo el trópico seco del país.

#### 5. REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 1(18), Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Washington, D. C. EE. UU. pp: 69-88.
- Giraldo, A. y Vélez, G. (1993). El componente animal en los sistemas silvopastoriles. *Industria & Producción Agropecuaria*. AZOODEA. Medellín. 1(3), 27-31.
- Hernández J., Sánchez P., Torres N., Herrera J., Rojas A., Reyes I., & Mendoza M. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1), 105-120.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, La Huerta, Jalisco, Clave geoestadística 14043*.
- Martin, P. y Palma, J. (1999). *Manual para fincas y ranchos ganaderos: Indicadores útiles para su manejo. Tablas tropicales de composición de alimentos*. p. 69.
- Nahed, T., Alemán, S., Jiménez, F., López, T., Grande, C., Aluja, S., Sanjines, G., Pérez, R. y Parra, V. (2001). Estudio para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles: Experiencias en la región Maya-Tzotzil. En *Sistemas Agroforestales para la Producción Pecuaria*. En memoria electrónica (agosto 2000 – marzo 2001) de *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Dirección de producción animal FAO pp 343.
- Orantes-Zebadúa, M. Á., Platas-Rosado, D., Córdova-Avalos, V., los Santos-Lara, D., del Carmen, M., & Córdova-Avalos, A. (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 49-58.
- Palma G. (2014). Escenarios de sistemas de producción de carne de bovino en México. *Universidad de Colima, Avances En Investigación Agropecuaria*, 18(1), 53-62.
- Hernández, S., Olivares Pérez, J, Jiménez Guillén, R y Hernández Castro, Elías. (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico - *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, Vol. VI, n° 05.
- System for Windows [SAS]. (2001). *SAS User's Guide Statistics*, SAS Inst. Inc. Cary North Carolina. EE. UU.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., y Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, Neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.