



Revista EDUCATECONCIENCIA.  
Volumen 9, No. 10.  
ISSN: 2007-6347  
Enero-Marzo 2016  
Tepic, Nayarit. México  
Pp. 94-105  
DOI: [https://doi.org/ 10.58299/edu.v9i10.219](https://doi.org/10.58299/edu.v9i10.219)

Recibido: 22 de enero de 2016  
Publicación: 30 de marzo de 2016

**Digestibilidad y degradabilidad ruminal de dietas con fruto de Guásima y diferentes proporciones de Tithonia diversifolia en borregos**

**Digestibility and ruminal degradability of diets with Guásima fruit and different proportions of Tithonia diversifolia in sheep**

**Autores**

**Gerardo Del Sol García**

Universidad Autónoma de Nayarit  
zoo\_te\_cnista@hotmail.com

**Agapito Gómez Gurrola**

Universidad Autónoma de Nayarit  
agomez@uan.edu.mx

**José Lenin Loya Olguín**

Universidad Autónoma de Nayarit  
joselenin28@hotmail.com

**Leonor Sanginés García**

Universidad Autónoma de Nayarit  
leosangines@hotmail.com

## Digestibilidad y degradabilidad ruminal de dietas con fruto de Guásima y diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* en borregos

### Digestibility and ruminal degradability of diets with Guásima fruit and different proportions of *Tithonia diversifolia* in sheep

#### Autores

**Gerardo Del Sol García**

Universidad Autónoma de Nayarit  
zoo\_te\_cnista@hotmail.com

**Agapito Gómez Gurrola**

Universidad Autónoma de Nayarit  
agomez@uan.edu.mx

**José Lenin Loya Olguín**

Universidad Autónoma de Nayarit  
joselenin28@hotmail.com

**Leonor Sanginés García**

Universidad Autónoma de Nayarit  
leosangines@hotmail.com

#### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue conocer la digestibilidad *in vivo* y degradabilidad ruminal *in situ*, en ovinos, de dietas que contenían 30% de fruto de guásima en el concentrado y diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp* como fuente de forraje. Se utilizaron 4 ovinos canulados ruminalmente, machos Black Belly de 40 kg de peso. Se utilizó un diseño de cuadrado latino 4x4, con periodos de 21 días (14 d de adaptación a las dietas y 7 d de colección de muestras). La prueba de determinación de digestibilidad aparente *in vivo* (DAIV) de la materia seca se hizo por medio de la recolección total de heces y la degradación ruminal con bolsas de nylon en periodos de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48, 60 y 72 horas de incubación. Las dietas consistieron en 40% de concentrado y 60% de forraje (80:20; T1; 70:30, T2; 60:40 T3; y 50:50% en T4 de *Pennisetum spp: Tithonia diversifolia*). Los valores de DAIV fueron de 66.8<sup>b</sup>, 73.02<sup>a</sup>, 73.30<sup>a</sup> y 76.98<sup>a</sup>; mientras de que la degradabilidad potencial en rumen fue de 63.29<sup>b</sup>, 74.58<sup>ab</sup>, 82.35<sup>a</sup> y 75.55<sup>ab</sup> para los T1, T2, T3 y T4, respectivamente. La desaparición *in situ* a las 72 horas fue de: 47.50, 56.55, 59.61 y 61.25 para las diferentes

dietas respectivamente. Conclusión, la incorporación de niveles crecientes de *Tithonia diversifolia* en la dieta de ovinos, mejora la digestibilidad de la misma.

**Palabras claves:** Digestibilidad, rumen, guásima, *Tithonia diversifolia*.

### Abstract

The objective of the present research was to know the *in vivo* digestibility and *in situ* ruminal degradability of diets with 30 % of guasima fruit in the concentrate and different proportions of *Tithonia diversifolia* and *Pennisetum spp* as forage source. Four Black Belly rams (40 kg of BW) with ruminal cannulas were utilized. The trial utilized Latin Square design with periods of 21 days each (21 d for adaptation to diets and 7 d for samples collection). The determination of apparent digestibility of dry matter (DAIV) was realized by total collection of heces while ruminal degradability was determined with the nylon bags technique with incubations times of 0, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48, 60 and 72 h. Diets contained 40% of concentrate and 60% of forage (80:20 in T1; 70:30 in T2; 60:40 in T3 and 50:50% in T4 of *Pennisetum spp: Tithonia diversifolia*). DAIV values observed were 66.8<sup>b</sup>, 73.02<sup>a</sup>, 73.30<sup>a</sup> and 76.98<sup>a</sup>; while potential ruminal degradability values were 63.29<sup>b</sup>, 74.58<sup>ab</sup>, 82.35<sup>a</sup> and 75.55<sup>ab</sup> for T1, T2, T3 and T4, respectively. In situ disappearance at 72 h was 47.50, 56.55, 59.61 and 61.25 for T1, T2, T3 and T4, respectively. In conclusion, increasing levels of *T. diversifolia* in ovine diets improves digestibility.

**Key words:** Digestibility, rumen, guasima, *Tithonia diversifolia*.

### Introducción

La demanda de productos de origen animal en México es cada vez mayor en virtud al crecimiento de la población, lo que hace necesario incrementar la cantidad de alimentos para satisfacer las necesidades internas.

En la actualidad, el crecimiento, se ha intensificado y ha habido una expansión de la actividad productora de carne, propiciada principalmente por el uso de granos en el proceso de desarrollo y finalización de los corderos producidos en la mayoría de los Estados productores de ovinos. Sin embargo, el bajo nivel productivo en ocasiones se debe a factores como: sanitarios, desnutrición, parasitosis, deficiente manejo reproductivo, así como las malas condiciones de las instalaciones y la poca comercialización de las canales (Aguirre *et al.*, 2010). De estos factores la nutrición capta mayor atención ya que es el rubro que ocupa el mayor porcentaje en los costos de producción (Duran, 2008).

Por otra parte en el trópico seco, la disponibilidad y calidad del forraje depende en gran medida de la precipitación, lo que origina que la producción de forraje se comporte de manera estacional (época de seca y lluvia), por lo que no se mantiene de forma sostenida durante el año. Durante la época seca la disponibilidad es baja y los forrajes son de baja calidad con una concentración de proteína pobre, alta concentración de fibra neutro detergente, baja digestibilidad aparente así como poca concentración de energía metabolizable, lo que genera un menor consumo y los requerimientos nutricionales de los animales difícilmente se pueden cubrir (Ku-Vera, 2013).

Sin embargo, en ese ecosistema existe un gran potencial forraje a partir de árboles y arbustos, como lo son *Guazuma ulmifolia* y *Tithonia diversifolia*. El fruto de guásima contiene en promedio 12.76% de proteína y presenta 51% de digestibilidad *in vitro* (Gómez *et al.*, 2014); mientras que el follaje de *T. diversifolia* conocida también como botón de oro o falso girasol, acumula tanto nitrógeno como las leguminosas, además de que presentan altos contenidos de fósforo (Wanjau *et al.*, 1998); por lo que la utilización de estos recursos pueden ser una alternativa de alimentación para los ovino.

Dentro de las gramíneas el pasto tropical Maralfalfa (*Pennisetum spp.*) contiene un alto potencial forrajero, por su producción de biomasa de alta calidad para rumiantes. Se menciona que en promedio contiene 21.8% de proteína cruda en base seca. Es un pasto perenne con alta productividad por lo que ha sido introducido por los productores en numerosos países de Latinoamérica como Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros (Correa, 2006; Márquez *et al.*, 2007; Moreno y Molina, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue: conocer la digestibilidad *in vivo* y degradabilidad ruminal *in situ* en ovinos, de dietas que contenían 30% de fruto de guásima y proporciones crecientes de *Tithonia diversifolia* como fuente de forraje, en sustitución del *Pennisetum spp.*

## Material y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad de Producción de Ovinos de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAMVZ) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), la cual se localiza en el kilómetro 3.5 de la carretera de cuota Compostela – Chapalilla entre los 21° 17' 46'' de latitud norte y los 104° 54' de latitud oeste, a 880 msnm, con clima caracterizado como semicálido-húmedo con una temperatura media anual de 22°C y una precipitación pluvial media de 1,000 mm<sup>3</sup> (Pérez *et al.*, 1980).

Se formularon cuatro dietas experimentales de acuerdo a las recomendaciones del NRC (2007); La ración consistió en una proporción de 40% de concentrado y 60% de forraje en las dietas, los cuales fueron *Tithonia diversifolia* y *Penisetum spp* que se cosecharon de un banco establecido en la UAMVZ. En la tabla 1 se muestra la composición del concentrado de las diferentes dietas, mientras que en la tabla 2 se puede ver la proporción de botón de oro y maralfalfa. En la tabla 3 se puede ver la cantidad de proteína cruda que aportan el concentrado y la mezcla de forrajes de las diferentes dietas experimentales.

Tabla 1. Ingredientes del concentrado en las dietas experimentales en ovinos de pelo.

INGREDIENTE	% DE INCLUSIÓN			
	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Soya	10	10	3	2
Canola	12	5	7	1.5

Sorgo	41	48	53	59.5
Guásima	30	30	30	30
Min	3.5	3.5	3.5	3.5
Cal	1	1	1	1
Sal común	1	1	1	1
Urea	1	1	1	1
Sulfato de amonio	0.5	0.5	0.5	0.5
	100	100	100	100
% Proteína cruda	19.81	17.92	16.01	14.175
Energía Digerible Mcal/Kg	2.967	3.0125	3.0415	3.08325

Tabla 2. Mezcla de forrajes de las dietas experimentales.

% DE INCLUSIÓN				
FORRAJES	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
<i>Tithonia diversifolia</i>	20	30	40	50
<i>Pennisetum spp</i>	80	70	60	50
	100	100	100	100
% de Proteína cruda	14.6	15.9	17.2	18.5

Tabla 3. Porcentaje de proteína cruda que aporta el concentrado y mezcla de forraje.

% INCLUSIÓN	% DE PROTEINA CRUDA			
	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4
Concentrado (40)	7.924	7.168	6.404	5.67
Forraje (60)	8.76	9.54	10.32	11.1
	16.68	16.71	16.72	16.77

Las pruebas de digestibilidad *in vivo* y degradabilidad ruminal *in situ* se realizaron con cuatro ovinos machos Black Belly, dotados de cánula ruminal fija (Bar Diamond®), de 40 kg de peso, alojados de manera individual en jaulas metabólicas. La distribución de las dietas de los animales se realizó mediante un diseño de cuadrado latino 4x4. Cada uno de los periodos tuvo una duración de 21 días, de los cuales 14 fueron de adaptación a las dietas y 7 de recolección de muestras biológicas.

La prueba de digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca se hizo por medio de la recolección total de heces (Schneider y Flatt, 1975), la cual se calculó con la fórmula:

$$\% \text{ DMS} = \frac{C - E}{C} \times 100$$

Dónde:

C = Consumo de alimento en base seca.

E = heces en base seca,

La degradabilidad ruminal se realizó mediante la técnica de la bolsa de nylon (Orskov *et al.*, 1980), considerando 10 tiempos de incubación (0, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48, 60 y 72 horas). Se utilizaron bolsas de nylon con una porosidad promedio de 1,200 a 1,600 orificios por  $\text{cm}^2$ , con un tamaño de 12x8 cm (Mertens, 1977). Después de ser retiradas las bolsas del rumen, se lavaron cinco veces, con un agitador mecánico durante un minuto, hasta obtener un líquido de enjuague claro para posteriormente secarlas a  $65^\circ\text{C}$  durante 48 horas. Para el cálculo e interpretación de resultados de la desaparición del material del rumen, se utilizó un modelo exponencial (Orskov *et al.*, 1980)  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  a través del programa Neway.

Dónde:

p = Digestibilidad acumulativa del componente nutritivo (%) al tiempo

t a = Degradabilidad inicial o fracción soluble

b = Fracción potencialmente degradable por acción de la fermentación c = Tasa de digestión

t = tiempo de incubación.

e = exponencial (base de los logaritmos naturales).

Para el análisis de los resultados se realizó un análisis de varianza para un diseño estadístico de cuadrado latino 4X4, la diferencia entre medias se evaluó con la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ), (Daniel, 2004).

El modelo referido es:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + g_k + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  es igual a las diferentes variables de respuesta (digestibilidad *in vivo* y degradabilidad ruminal).

m = Media general.



$t_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo período.

$g_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima repetición.

$E_{ijk}$  = Error aleatorio asociado con la unidad en el  $i$ -ésimo tratamiento

## Resultados y discusión

Se puede observar que conforme se incrementó el porcentaje de botón de oro en la mezcla de forrajes, también se incrementó la digestibilidad *in vivo*, sin que se encontraran diferencias significativas a partir de la sustitución del 30%, mientras que la dieta con mayor proporción de maralfalfa (80%) fue la que presentó menor digestibilidad (Tabla 4), debido probablemente a la mayor cantidad de paredes celulares presentes en la gramínea.

Las digestibilidades obtenidas se encuentran entre 67 y 77%; consideradas como una digestibilidad que va de media a alta, ya que los forrajes de baja calidad son aquellos que presentaran una digestibilidad menor al 55%, deficientes en proteína verdadera (menor a 80 g de proteína cruda), bajos en azúcares solubles y almidón (<100 g/Kg) (Leng, 1990).

Ramírez *et al.*, (2010), al ofrecer 20 y 35% de *T. diversifolia* en una dieta de pasto taiwan (*Pennisetum purpureum* var. 144) y 10% de melaza, observaron que aumentó la digestibilidad de la dieta con relación a la testigo, encontrando digestibilidades *in vivo* de la materia de seca de 53.44 y 51.63% respectivamente. Valores similares encontraron Premaratne *et al.*, (1997) (55.7%) suplementando titonia en dietas a base de paja de arroz y 15 y 30% de *Tithonia diversifolia*, los valores de digestibilidad *in vivo* fueron de 48 y 54.3% respectivamente.

Por su parte Wambui *et al.*, (2006) observaron que la DIVMS en cabras, tendía a aumentar a medida que el nivel de inclusión de titonia aumentaba (10, 20 30 y 40%) en combinación con el rastrojo de maíz tratado con urea y germen de maíz, los valores obtenidos por dichos autores estuvieron entre 60.2 y 66.5, menores a los observados en la presente investigación, lo cual tiene que ver con los ingredientes de las dietas.

De acuerdo con Wambui *et al.*, 2006 el uso de follaje de arbóreas especialmente de

*Tithonia diversifolia*, mejora el consumo y la digestibilidad de los forrajes, debido a que provee nitrógeno y energía a las bacterias celulolíticas ruminales para la degradación en el rumen. Esto mismo fue observado con el consumo de otras arbóreas como por ejemplo *Gliricidia sepium* (Alayón, 1996).

En la figura 1 se presenta la curva de degradación ruminal de las diferentes dietas; se puede observar que la desaparición in situ fue del 60%, mientras que la degradabilidad potencial de las dietas va del 63 al 82%, similar a la digestibilidad in vivo, y a menor tasa de pasaje, mayor degradación en el rumen (Tabla 5). Al igual que en la digestibilidad in vivo, la dita con 80% de maralfalfa fue la que tuvo menor potencial de degradabilidad ruminal.

Tabla 4. Digestibilidad *in vivo* de la materia seca en ovinos alimentados niveles crecientes de *Tithonia diversifolia*

	Digestibilidad <i>in vivo</i>
Maralfalfa-Tithonia 80:20	66.8 ± 1.00 <sup>b</sup>
Maralfalfa-Tithonia 70:30	73.02 ± 2.06 <sup>a</sup>
Maralfalfa- Tithonia 60:40	73.30 ± 3.04 <sup>a</sup>
Maralfalfa-Tithonia 50:50	76.98 ± 1.57 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras superscriptas diferentes indican diferencia estadística (P<0.05) ± Desviación estándar.

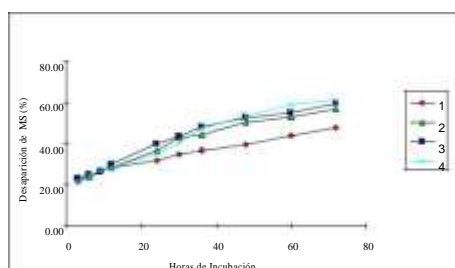


Figura 1. Curva de degradación ruminal de las dietas experimentales

Tabla 5. Cinética de desaparición *in situ* de la materia seca en ovinos alimentados con niveles crecientes de *Tithonia diversifolia*.

	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Fracción soluble (a)	17.07±1.86 <sup>b</sup>	19.12±0.93 <sup>ab</sup>	18.20±0.70 <sup>ab</sup>	20.37±1.56 <sup>a</sup>
Fracción insoluble, potencialmente degradable (b)	46.63±3.99 <sup>b</sup>	55.32±14.52 <sup>a</sup> b	57.37±3.47 <sup>ab</sup>	61.95±1.23 <sup>a</sup>
Tasa de pasaje (c)	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.019±0.008 <sup>a</sup> b	0.017±0.003 <sup>ab</sup>	0.014±0.001 <sup>b</sup>
Hora Cero	19.95±0.3 <sup>a</sup>	20.92±1.24 <sup>a</sup>	19.25±1.27 <sup>a</sup>	20.30±0.80 <sup>a</sup>
Degradabilidad de fracción insoluble en agua	43.22±3.66 <sup>b</sup>	53.55±16.13 <sup>a</sup> b	56.30±3.30 <sup>ab</sup>	62.07±3.14 <sup>a</sup>
Potencial de degradabilidad	63.29±3.63 <sup>b</sup>	74.5±15.26 <sup>ab</sup>	75.55±3.78 <sup>ab</sup>	82.35±2.45 <sup>a</sup>
Degradabilidad	.02 45.85±0.86 <sup>a</sup>	44.07±1.25 <sup>a</sup>	44.55±0.72 <sup>a</sup>	46.25±0.93 <sup>a</sup>
efectiva	.05 35.27±2.33 <sup>a</sup>	33.35±1.66 <sup>a</sup>	32.80±0.48 <sup>a</sup>	34.25±1.02 <sup>a</sup>
	.08 30.55±2.11 <sup>a</sup>	29.17±1.33 <sup>a</sup>	28.27±0.30 <sup>a</sup>	34.2±1.09 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras superscriptas diferentes en el mismo renglón son estadísticamente indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

± Desviación estándar. T1: Maralfalfa-Tithonia 80:20<sup>1</sup>. T2: Maralfalfa-Tithonia 70:30. T3: Maralfalfa- Tithonia 60:40; T4: Maralfalfa-Tithonia 50:50.

## Conclusiones

La incorporación de niveles crecientes de *Tithonia diversifolia* en la dieta de ovinos, mejora la digestibilidad de las mismas.

## Bibliografía

- Aguirre J., Jaramillo L., Macías C., Carrillo D., Herrera G. y Pérez E. 2010. Alternativas para la producción de carne ovina en Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México.
- Alayón A.J. 1996. Evaluación de métodos de siembra y del efecto de la inclusión de *Gliricidia sepium* (Jacq.) en dietas de heno de *Cynodon nlemfuensis* en ovinos pelibuey. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UADY. Mérida, Yucatán, México, p 129.
- Correa H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18(6).
- Daniel W.W. 2004. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. 4<sup>a</sup> ed. Limusa-Wiley. México.
- Duran R.F. 2008. Manual de nutrición animal. Ed. Grupo Latino Editores Ltda. Colombia. Gómez G.A., Partida H.M., Ramírez D.R., Ramírez R.J.C., Gómez G.J.A., González M.M.
- y Sanginés G.L. 2014: Efecto de la inclusión del fruto de *Guazuma ulmifolia* como sustituto del maíz en la dieta sobre el comportamiento productivo y rendimiento en canal de ovinos pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17: 215-222.
- Ku-Vera J.C., Ayala-Burgos A.J., Solorio-Sánchez F.J., Briceño-Poot E.G., Ruiz-González A., Piñeiro-Vázquez A.T., Barros-Rodríguez M., Soto-Aguilar A., Espinoza-Hernández J.C., Albores-Moreno S., Chay-Canul A.J., Aguilar-Pérez C.F. y Ramírez-Avilés L. 2013. Tropical tree foliages and shrubs as feed additives in ruminant rations. In: *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Sci. Publishers. New York. USA. Pp. 59-76
- Leng R.A. 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition research reviews*. 3(01), 277-303.
- Márquez F., Sánchez J., Urbano D. y Dávila C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*. 25(4): 253-259.
- Mertens D.R. 1977. Dietary fiber components: Relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Fed. Proc*. 36: 187-192.
- Moreno F. y Molina D. 2007. Buenas prácticas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. MANA-FAO. Impresión CTP Print Ltda. Colombia. 139 p.
- NRC. 2007. National Research Council (US). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.
- Orskov E.R., Hovell F.D., Mould F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Prod. Anim. Trop.* 5: 213-233.
- Pérez G., Nuños C. y Padilla A. 1980. Marco de referencia regional. *Campo Experimental Santiago Ixcuintla-CIAPAN-Inst. Nac. de Invest. Forestal. Agric. y Pes. (INIFAP)*: 15-16.

- Premaratne S.; Bruchem J. and Perera H. 1997. Effects of type and level of forage supplementation on voluntary intake, and digestibility of rice straw in sheep. *AJAS* 10( 2): 226-228.
- Ramírez R.U., Sanginés G.R., Escobedo M.J., Cen C.F., Rivera L.J. y Lara P. (2010). Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. *Agroforest. syst.* 80(2): 295-302.
- Schneider B.H., y Flatt W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press.
- Wambui C.C., Abdulrazak S.A., y Noordin Q. 2006. The effect of supplementing urea treated maize stover with *Tithonia*, *Calliandra* and *Sesbania* to growing goats. *Livestock Research for Rural Development*, 18(64).
- Wanjau S., Mukalama J. y Thijssen R. (1998). Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. *Boletín de ILEI*