



Agronomía Costarricense

ISSN: 0377-9424

ISSN: 2215-2202

Universidad de Costa Rica. Colegio de Ingenieros y  
Agrónomos. Ministerio de Agricultura y Ganadería

Elizondo-Salazar, Jorge Alberto

**Calidad nutricional y consumo por cabras de forrajede botón de oro (*tithonia diversifolia*)<sup>1</sup>**

Agronomía Costarricense, vol. 45, núm. 2, 2021, Julio-Diciembre, pp. 135-142

Universidad de Costa Rica. Colegio de Ingenieros y Agrónomos. Ministerio de Agricultura y Ganadería

DOI: <https://doi.org/10.15517/RAC.V45I2.47774>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43672373009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

## Nota técnica

# CALIDAD NUTRICIONAL Y CONSUMO POR CABRAS DE FORRAJE DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*)\*

Jorge Alberto Elizondo-Salazar<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Rumiantes menores; nutrición animal; materia seca; forrajes; *Capra hircus*.

**Keywords:** Small ruminants; animal nutrition; dry matter; forages; *Capra hircus*.

**Recibido:** 27/05/2020

**Aceptado:** 05/08/2020


## RESUMEN

**Introducción.** Las cabras se han adaptado a condiciones ambientales variables y tienen la capacidad de sobrevivir en zonas de escasa vegetación, sin embargo, su desempeño productivo se verá afectado significativamente por una mala alimentación. **Objetivo.** Evaluar la calidad nutricional de forraje botón de oro (*Tithonia diversifolia*) a partir de la selección y consumo por cabras. **Materiales y métodos.** El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Ganado Lechero “Alfredo Volio Mata” de la Universidad de Costa Rica desde setiembre hasta noviembre del 2019. El botón de oro se extrajo de un cultivo con un año de establecido y se cosechó a una edad de rebrote de 50 días y fue suministrado a 16 cabras no lactantes ni preñadas de las razas Saanen, LaMancha y Toggenburg no lactantes y no gestantes, con un peso vivo promedio de  $48 \pm 5$  kg. El forraje fresco se ofreció en forma entera tal como fue cosechado. Los animales se ubicaron en 2 corrales de 12 m<sup>2</sup> cada uno y

## ABSTRACT

**Nutritional quality and intake of golden bottom forage (*Tithonia diversifolia*) in goats. Introduction.** Goats have adapted to variable environmental conditions and have the ability to survive in sparsely vegetated areas; however, their productive performance will be significantly affected by poor diet. **Objective.** To evaluate the nutritional quality of golden bottom forage (*Tithonia diversifolia*) from the selection and consumption by goats. **Materials and methods.** The experiment was carried out in the “Alfredo Volio Mata” Experimental Station of the University of Costa Rica from September to November 2019. Golden bottom forage was extracted from a crop with a year of established and was harvested at a regrowth age of 50 days and was fed to 16 non-lactating and non-pregnant Saanen, LaMancha and Toggenburg goats, with an average live weight of  $48 \pm 5$  kg. Fresh forage was offered in its entirety as harvested. Animals were placed in 2 pens of 12 m<sup>2</sup> each and received the

\* Inscrito en la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica. Proyecto ED-2746.

1 Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: jorge.elizondosalazar@ucr.ac.cr  
 0000-0003-2603-9635.

recibieron el forraje en una relación de 20% de su peso vivo como forraje verde, en 6 porciones iguales distribuidas a lo largo del día. El periodo experimental fue de 73 días que incluyó un periodo de 28 días para adaptación a la nueva dieta y a las compañeras del grupo. **Resultados.** En promedio las cabras consumieron  $6580 \pm 2430$  g de forraje fresco por día ( $13,6 \pm 5,0\%$  de su peso vivo), lo que corresponde a  $700 \pm 210$  g por día ( $1,44 \pm 0,4\%$  de su peso vivo) en base seca. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la concentración de nutrientes en el forraje ofrecido y el rechazado. La concentración de proteína cruda en el forraje no superó el  $17,2\%$  y el consumo diario por animal de este nutriente fue en promedio de  $130 \pm 70$  g. La concentración de fibra detergente neutro en el forraje fue inferior a  $38\%$ . **Conclusión.** El forraje de botón de oro cosechado a 50 días de rebrote presentó un adecuado contenido nutricional y se presenta como una alternativa más para la alimentación de cabras.

forage in a ratio of 20% of their live body weight as green forage, in 6 equal portions distributed throughout the day. The experimental period was 73 days, which included a 28-day period for adaptation to the new diet and to the groupmates. **Results.** On average, goats consumed  $6580 \pm 2430$  g of fresh forage per day ( $13.6 \pm 5.0\%$  of their live weight) which corresponded to  $700 \pm 210$  g per day ( $1.44 \pm 0.4\%$  of its live weight) of dry matter. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were found between the concentration of nutrients in the offered and rejected forage. Crude protein concentration in forage did not exceed  $17.2\%$  and daily consumption per animal of this nutrient was on average  $130 \pm 70$  g. Neutral detergent fiber concentration in forage was less than  $38\%$ . **Conclusion.** Golden button forage harvested at 50 days of regrowth presented an adequate nutritional content and is considered as one more alternative for feeding goats.

## INTRODUCCIÓN

Las cabras se aprovechan por su leche, su carne y su piel, con un grado de especialización muy variado que va desde explotaciones extensivas hasta estructuras muy intensivas en países industrializados (Elizondo-Salazar 2018). Históricamente, los rumiantes menores eran el eje principal de la vida pastoril alrededor del mundo; eran importantes en los tiempos romanos y aún son valiosos en Europa y son todavía más en África, Asia y el Medio Oriente (Duncanson 2012), ya que continúan con un nicho importante en la agricultura de subsistencia en países en desarrollo y soportan una variedad de funciones socioeconómicas (Solaiman 2010).

Estos animales han sido por muchos años útiles para las personas, especialmente por su adaptabilidad a condiciones ambientales

variables, su aptitud para la producción láctea, y su capacidad para convertir forrajes y otros materiales, casi inutilizables por otras especies animales, en productos de alta calidad como leche, carne y pelo (Rankins y Pugh 2012).

En los sistemas de producción caprina, se trata de aumentar la proporción de forraje en la ración para minimizar los costos de alimentación. Además, debido a que algunas personas prefieren reducir o eliminar el consumo de productos de origen animal, maximizar la utilización de forrajes es una herramienta cada vez más importante en la producción animal (Baumont *et al.* 2000).

Existe una serie de especies forrajeras que presentan características de calidad nutritiva, de disponibilidad, de producción de biomasa y de versatilidad agronómica importantes, con un excelente potencial para mejorar la calidad

alimenticia e incrementar la producción de las cabras. Entre ellas se encuentra el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), que en los últimos años, ha sido objeto de especial atención como opción alimentaria para cabras.

Esta especie pertenece a la familia Asteraceae, la cual puede presentar una producción de biomasa cercana a 19 t.ha<sup>-1</sup> por año de MS (Gallego *et al.* 2015). Asimismo, contiene hasta un 25% de proteína cruda (PC) y una adecuada concentración de aminoácidos esenciales en relación con la proteína total (Medina *et al.* 2009, Rivera *et al.* 2015); además se reportan adecuadas concentraciones de fibra detergente neutro (FDN) (de 25,2 a 39,0%) (Rivera *et al.* 2015, Cardona-Iglesias *et al.* 2017).

En este sentido, cuantificar el consumo de materia seca (MS), para determinar la ingestión de nutrientes, es un principio básico en la nutrición animal. El consumo de MS es determinado por un proceso de saciedad, que obedece a una serie de señales fisiológicas, integradas especialmente a nivel de hipotálamo, que se activan por la composición del alimento y su procesamiento en el organismo del animal. Algunas de estas señales son la sensación de llenado en el rumen, la concentración de los productos de la fermentación, la concentración de nutrientes en la dieta y el requerimiento nutricional (Baumont *et al.* 2000).

Además de estos factores fisiológicos, las características de los forrajes también tienen influencia sobre el consumo de MS. Así, por ejemplo, conforme aumenta la edad de la planta, su desarrollo histológico y morfológico hace que disminuya el contenido celular, que es soluble, fácilmente degradable en el rumen, por lo que prácticamente no ocasiona llenado físico, entre tanto aumenta el contenido de pared celular (Baumont *et al.* 2000), lo cual provoca el llenado físico.

La FDN, componente importante de la pared celular, es el factor más determinante en el consumo voluntario de materia seca, pero otros factores como la frecuencia y eficiencia del masticado, el tamaño de partícula, la fragilidad de

la partícula, la fracción indigestible de la FDN y la tasa de fermentación de la FDN digestible afectan también el llenado físico del animal (Allen 1996). Sin embargo, el contenido de lignina puede también disminuir el consumo (Jung y Allen 1995). Todo esto se podría asociar con una disminución en la digestibilidad de la MS; por ende, con el aporte energético (Luo *et al.* 2004).

La integración de estos y otros factores son muy importantes para explicar el consumo de MS en cabras. En este sentido, un análisis de investigaciones realizadas en Costa Rica, que evaluaron el desempeño productivo en cabras alimentadas con diferentes fuentes de forraje, determinó que el consumo de MS es muy variable y que oscilaba entre 250 y 1200 g.animal<sup>-1</sup> por día (Elizondo-Salazar 2018).

Sin embargo, se identificó que en el país no se ha investigado el uso de forraje de *T. diversifolia* en la alimentación de cabras, por esta razón el presente estudio tuvo el objetivo de evaluar la selectividad y el consumo en cabras de forraje de botón de oro, así como su calidad nutricional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El experimento se llevó a cabo en el módulo caprino de la Estación Experimental de Ganado Lechero “Alfredo Volio Mata” de la Universidad de Costa Rica desde setiembre hasta noviembre del 2019. La finca se ubica en Ochomogo, en el distrito de San Rafael, cantón de La Unión de la provincia de Cartago, a una latitud de 9°54'31"N, una longitud 83°57'18"O y una altura de 1542 msnm, presenta una precipitación media anual de 1500 mm distribuidos de mayo a noviembre, con una humedad relativa media de 84% y temperatura media de 19,3°C (Elizondo-Salazar 2015).

**Cultivo y animales utilizados.** El botón de oro se extrajo de un cultivo con un año de establecido y se cosechó a 0,60 m sobre el nivel del suelo. El cultivo se dividió en parcelas y se programó una uniformización escalonada para que tuviera una edad de rebrote de 50 días.

El forraje cosechado se suministró a 16 cabras de las razas Toggenburg, LaMancha y Saanen, no lactantes y no gestantes, con un peso vivo promedio de  $48 \pm 5$  kg. El forraje se ofreció en forma entera, tal como fue cosechado (tallos y hojas) y en fresco.

Las cabras se ubicaron en dos corrales de 12 m<sup>2</sup> cada uno (8 animales en cada corral), con comederos comunes, recibieron solamente forraje en una relación de 20% de su peso vivo como forraje verde, en 6 porciones distribuidas a lo largo del día desde las 09:00 hasta las 18:00 horas. La relación del 20% de forraje ofrecido fue para garantizar que los animales pudieran seleccionar el material a consumir y para una adecuada cantidad de rechazo. La cantidad de forraje ofrecido diariamente en cada corral fue anotada en una bitácora y dividida entre 8 para calcular el ofrecimiento por animal.

**Periodo experimental y análisis de muestras.** El experimento tuvo una duración de 73 días, que incluyó un periodo de 28 días para adaptación a la nueva dieta y a las compañeras del grupo. Los 45 días restantes fueron para evaluar el consumo y para la toma de muestras. A los animales se les suplieron sales minerales en bloque y consumieron agua *ad libitum* durante el ensayo.

El forraje rechazado en cada corral se recogió de los comederos diariamente a las 8:00 a.m., se pesó y dicha cantidad se dividió entre 8 para calcular el consumo diario por animal. Al inicio de cada día de evaluación, se tomaron muestras del material que se ofrecería durante el día y del material rechazado en cada corral, para analizar el contenido bromatológico del forraje. Las muestras del forraje ofrecido y rechazado se analizaron para determinar el contenido de MS,

FDN, PC, cenizas, fibra detergente ácido (FAD) y lignina, por medio de los procedimientos aprobados (Van Soest *et al.* 1991, AOAC 2005) y para calcular el consumo de nutrientes (Elizondo-Salazar 2015).

Previo al análisis bromatológico de las dietas, se prepararon muestras compuestas (de cada 3 días para un total 15 muestras) del material ofrecido y el material rechazado, que se secaron a 65°C en un horno de aire forzado durante 48 horas y, finalmente, se sometieron a molienda para obtener un tamaño de partícula de un milímetro.

**Análisis de los datos.** Los datos obtenidos sobre consumo y composición bromatológica se analizaron mediante el PROC MEANS de SAS (SAS 2008) y la comparación de medias para el material consumido y rechazado se realizó mediante la prueba de Tukey con el PROC GLM de SAS (SAS 2008) con una significancia  $\alpha < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Análisis de consumo.** Los datos de consumo de forraje fresco y seco, y la concentración de materia seca en el forraje ofrecido se presentan en la Tabla 1. En promedio, el consumo por animal fue de  $6580 \pm 2430$  g de forraje fresco por día, lo que corresponde a un  $13,6 \pm 5,0\%$  de su peso vivo. Con respecto a la MS del forraje, los animales consumieron en promedio  $700 \pm 210$  g.d<sup>-1</sup>, lo que representa un  $1,44 \pm 0,4\%$  de su peso vivo. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para la concentración de MS en el forraje ofrecido ( $9,4 \pm 0,9$ ) y consumido ( $8,9 \pm 1,0$ ) (Tabla 1).

Tabla 1. Consumo promedio ( $\pm$  desviación estándar) de materia fresca y seca, y concentración de materia seca del forraje de botón de oro ofrecido a 16 cabras estabuladas. Ochohongo de Cartago, Costa Rica. 2019.

Forraje fresco	Valores
Consumido, g.día <sup>-1</sup>	6580,0 $\pm$ 2430,0
Consumido, % del peso vivo	13,6 $\pm$ 5,0
Materia Seca	
Ofrecida, %	9,4 $\pm$ 0,9
Consumida, %	8,9 $\pm$ 1,0
Consumida, g.día <sup>-1</sup>	700,0 $\pm$ 210,0
Consumida, % del peso vivo	1,4 $\pm$ 0,4

Salazar-Acosta y Elizondo-Salazar (2017), al evaluar el consumo de pasto estrella africana en cabras lactantes, determinaron un consumo promedio de 1769 g de pasto fresco por día (3,4% del peso vivo), valor muy inferior al encontrado en el presente ensayo, sin embargo, en dicho estudio los animales también consumieron 1400 g de alimento balanceado.

Elizondo-Salazar (2015) al evaluar la calidad y consumo del forraje de maíz ofrecido en fresco, encontró un consumo promedio de 3,71 kg.animal<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, lo que representó un consumo del 6,51% del peso vivo, valor también muy inferior al encontrado en este estudio.

Con respecto al consumo de MS, Rodríguez-Zamora y Elizondo-Salazar (2012), al evaluar la calidad, selección y consumo de morera (*Morus alba*) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en fresco y parcialmente deshidratados, encontraron que el mayor consumo de MS fue de 1170 g para la morera fresca (3,17% del peso vivo), valores superiores a los obtenidos en el presente experimento (700 g y 1,4%, respectivamente). Esta amplia diferencia pudo deberse al bajo contenido de materia seca del botón de oro (9,4%), ya que altas concentraciones de humedad afectan negativamente el consumo, debido a que pueden ocasionar un llenado físico a nivel ruminal (Forbes 2007), principalmente cuando el contenido de materia seca es menor a 25% (Pasha *et al.* 1994).

En otra prueba llevada a cabo con el fin de evaluar la calidad y consumo de forraje de maíz y pasto estrella africana con o sin alimento balanceado, se obtuvieron consumos de 490, 800, 780 y 903 g.animal<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> MS para el forraje de maíz solo, forraje de maíz con alimento balanceado, pasto estrella africana solo y pasto estrella africana con alimento balanceado, respectivamente (Elizondo-Salazar 2015). Es importante resaltar que, la concentración de MS en las dietas experimentales de dicho estudio tuvo un rango entre 11,6 y 41,3%; sin embargo, los consumos de MS con base en el peso vivo solamente alcanzaron un máximo de 1,63%, valor que no es muy superior al obtenido en el presente ensayo.

En un estudio más reciente, Salazar-Acosta y Elizondo-Salazar (2017), con el objetivo de determinar el consumo de nutrientes provenientes de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con alimento balanceado en cabras lactantes, encontraron que los animales consumieron en promedio 1710 g.d<sup>-1</sup> MS, lo que equivale a un 3,3% del peso vivo.

Según Jimeno *et al.* (2003), el consumo voluntario de las cabras es, aproximadamente, de 1,5 kg de MS por día, lo que representa alrededor de un 3,3% del peso vivo para animales de 45 kg. Por su parte, Luo *et al.* (2004), para el caso de cabras adultas no lactantes, en una revisión exhaustiva de 25 estudios con 99 valores promedio de diferentes tratamientos, indicaron

que el consumo de MS fue de  $780 \pm 39$  g.d<sup>-1</sup> para cabras con pesos entre 7,9 y 66 kg (promedio de 30,1 kg), lo que correspondió a un promedio de  $2,64 \pm 0,072\%$  del peso vivo, pero que osciló entre 1,28 y 4,57% del peso vivo.

Nuevamente, se rescata la alta variación que presentan los caprinos con respecto al consumo de MS y se resalta los bajos consumos de MS que se reportan en la literatura costarricense.

**Composición nutricional.** La concentración de nutrientes ofrecidos, rechazados y consumidos por los animales durante la duración del

estudio se aprecian en la Tabla 2. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la concentración de nutrientes en el forraje ofrecido y el forraje rechazado. Esto contrasta con diversas investigaciones en las que se ha determinado que la concentración de MS, PC, cenizas, FDN, FAD y lignina en el forraje rechazado fue siempre inferior a la concentración en el forraje ofrecido, lo cual hace alusión al poder de selección que ejercen estos pequeños rumiantes sobre los nutrientes que consumen (Rodríguez-Zamora y Elizondo-Salazar 2012, Elizondo-Salazar 2015, Salazar-Acosta y Elizondo-Salazar 2017).

Tabla 2. Concentración de nutrientes ofrecidos, rechazados y consumidos por 16 cabras a las que se les ofreció forraje fresco de botón de oro. Ochoмого de Cartago, Costa Rica. 2019.

Nutriente	MS	PC	CEN	FDN	FDA	LIG
En porcentaje						
Ofrecido	9,4 $\pm$ 0,9	17,2 $\pm$ 3,3	17,0 $\pm$ 1,2	37,8 $\pm$ 3,3	28,2 $\pm$ 2,2	6,7 $\pm$ 0,8
Rechazo	11,4 $\pm$ 2,1	16,9 $\pm$ 2,4	17,6 $\pm$ 1,6	39,3 $\pm$ 5,5	29,6 $\pm$ 4,2	7,7 $\pm$ 1,4
Consumo	8,9 $\pm$ 1,0	17,5 $\pm$ 4,6	16,8 $\pm$ 1,6	37,4 $\pm$ 4,6	27,8 $\pm$ 3,4	6,65 $\pm$ 1,1
En gramos						
Ofrecido	990 $\pm$ 360	180 $\pm$ 100	170 $\pm$ 60	370 $\pm$ 110	270 $\pm$ 80	70 $\pm$ 30
Rechazo	290 $\pm$ 210	50 $\pm$ 40	50 $\pm$ 40	110 $\pm$ 80	80 $\pm$ 60	20 $\pm$ 10
Consumo	700 $\pm$ 210	130 $\pm$ 70	120 $\pm$ 30	260 $\pm$ 60	190 $\pm$ 40	50 $\pm$ 20

MS = materia seca, PC = proteína cruda, CEN = cenizas, FDN = fibra detergente neutro. FDA = fibra detergente ácido, LIG = lignina.

En el presente ensayo, al no existir diferencias entre el material ofrecido y el rechazado, se concluye que los animales no tuvieron oportunidad de seleccionar el material, lo que indica que todo el forraje ofrecido fue de buena aceptación por parte de los animales.

Diversos estudios han evidenciado una alta concentración de PC en *T. diversifolia* (Gallego-Castro *et al.* 2014, Guatusmal-Gelpud

*et al.* 2020), aunque en el presente estudio, la concentración de PC no superó el 17,2% y, a pesar de ello, el consumo de este nutriente fue de  $130 \pm 70$  g, valor muy similar al reportado por Rodríguez-Zamora y Elizondo-Salazar (2012) con forraje de morera y suficiente para mantener los requerimientos diarios de PC que rondan los 70 g diarios para animales de 50 kg de peso vivo (NRC 2007).



Otro aspecto importante a tener en cuenta con este forraje es su baja concentración de FDN (menor al 38%). Ese aspecto, reviste gran importancia, ya que muchos de los forrajes utilizados en la alimentación de caprinos en Costa Rica presentan concentraciones de FDN superiores al 60% (Rodríguez-Zamora y Elizondo-Salazar 2012, Elizondo-Salazar 2015, Salazar-Acosta y Elizondo-Salazar 2017). Dicha condición es muy relevante debido a que el consumo de FDN tiene una fuerte relación con la ingesta de MS y la disponibilidad de energía, ya que la fermentación y la tasa de pasaje de esta fracción, a través del retículo-rumen, es más lenta que otros constituyentes de la dieta, lo que ocasiona un mayor tiempo de residencia que produce un efecto de llenado (Allen 1996).

## CONCLUSIONES

El forraje de botón de oro cosechado a 50 días de rebrote presentó una calidad nutricional adecuada para ser considerado como una alternativa para la alimentación de cabras. Los animales bajo estudio no pudieron seleccionar el material, lo que podría considerarse como un indicativo de que el forraje ofrecido fue de buena aceptación, no obstante, en las condiciones del estudio, se obtuvieron bajos consumos de forraje y de nutrientes como MS y PC, lo que hace necesaria la adición de suplementos para que los animales puedan alcanzar rendimientos productivos adecuados.

## LITERATURA CITADA

- Allen, MS. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 74:3063-3075.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official methods of analysis. 18 ed. Arlington, VA, USA. 1024 p.
- Baumont, R; Prache, S; Meuret, M; Morand, P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Lives. Prod. Sci.* 64:15-28.
- Cardona-Iglesias, J; Mahecha-Ledesma, L; Angulo-Arizala, J. 2017. Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana* 28:405-426.
- Duncanson, G. 2012. Veterinary treatment of sheep and goats. Wallingford, Oxfordshire. UK, CABI. 344 p.
- Elizondo-Salazar, JA. 2015. Calidad nutricional y consumo de forraje de maíz (*Zea mays*) y forraje de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con o sin alimento balanceado. *Nutrición Animal Tropical* 9(2):11-26.
- Elizondo-Salazar, JA. 2018. Consumo de materia seca proveniente de diferentes especies forrajeras en cabras en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical* 12(2):41-54.
- Forbes, J. 2007. Feedbacks from the gastrointestinal tract. *In* Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2 ed. Forbes, J (ed.). Wallingford, Oxfordshire, UK, CABI. 453 p.
- Gallego-Castro, L; Mahecha-Ledesma, L; Angulo-Arizala, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):393-403.
- Gallego, L; Mahecha, L; Angulo, J. 2015. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. *In* Pietri, P. 3 ed. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales, Misiones, Argentina. Santa Cruz Ediciones, INTA, ARG. p. 53-57.
- Guatusmal-Gelpud, C; Escobar-Pachajoa, L; Meneses-Buitrago, D; Cardona-Iglesias, J; Castro-Rincón, E. 2020. Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Agronomía Mesoamericana* 31(1):193-208.
- Jimeno, V; Rebollar, P; Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España. 23 p.
- Jung, HG; Allen, MS. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73(9):2774-2790.
- Luo, J; Goetsch, AL; Nsahlai, IV; Moore, JE; Galyean, ML; Johnson, ZB; Sahl, T; Ferrell, CL; Owens, FN. 2004. Voluntary feed intake by lactating, Angora, growing and mature goats. *Small Ruminant Research* 53:357-378.
- Medina, M; García, D; Gonzales, L; Moratinos, P. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zoot. Trop.* 27(2):121-134.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, USA, National Academy Press. 384 p.
- Pasha, T; Prigge, E; Russell, R; Bryan, W. 1994. Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *J. Anim. Sci.* 72:2455-2463.



- Rankins, DL; Pugh, DG. 2012. Feeding and Nutrition. In: Sheep and goat medicine. 2 ed. Pugh, DG; Baird, AN (eds.). St. Louis, Missouri, USA, Elsevier. 621 p.
- Rivera, J; Cuartas, C; Naranjo, J; Tafur, O; Hurtado, E; Arenas, F; Chará, J; Murgueitio, J. 2015. Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livest. Res. Rural Dev.* 27(10):1-13.
- Rodríguez-Zamora, J; Elizondo-Salazar, J. 2012. Calidad nutricional, consumo y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. *Agronomía Costarricense* 33(1):13-23.
- Salazar-Acosta, E; Elizondo-Salazar, JA. 2017. Evaluación de la calidad y el consumo de pasto estrella africana por caprinos en una explotación comercial. *Nutrición Animal Tropical* 11(2):61-73.
- SAS (Statistical Analysis System). 2008. SAS User's Guide: Statistics (Versión 9.2 ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. s. p.
- Solaiman, S. 2010. Goat science and production. Ames, Iowa, USA, Wiley-Blackwell. 425 p.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(10):473-481.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a [rac.cia@ucr.ac.cr](mailto:rac.cia@ucr.ac.cr)