



SECCIÓN ACADÉMICA

Determinación de la producción de gas *in vitro*, contenido de nutrientes y energía metabolizable de forrajes y suplementos para ovinos y caprinos



Determinación de la producción de gas *in vitro*, contenido de nutrientes y energía metabolizable de forrajes y suplementos para ovinos y caprinos

Hugo Bernal Barragán*, Víctor Manuel Perrusquía Tejada*, Nydia Corina Vásquez Aguilar*, Humberto González Rodríguez*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.115-1>

RESUMEN

Utilizando el método de producción de gas *in vitro*, de la Universidad Hohenheim, Alemania, se caracterizó el valor nutricional de forrajes de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), de las arbustivas chaparro prieto (*Acacia rigidula* Benth.) y huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), y de tres suplementos (grano de sorgo, harina de soya y cáscara de naranja), para la alimentación de pequeños rumiantes del noreste de México. La información del contenido nutricional y de energía metabolizable determinados de seis muestras de cada forraje y suplemento puede contribuir a formular dietas que mejoren el comportamiento productivo y la sostenibilidad de sistemas pecuarios.

Palabras clave: energía metabolizable, alimentos, ovinos, caprinos, producción de gas *in vitro*.

ABSTRACT

Using the in vitro gas test of the University of Hohenheim, Germany, the nutritional value of forages of Buffel grass (Cenchrus ciliaris L.) of the shrubs Blackbrush (Acacia rigidula Benth.) and Huizache (Acacia farnesiana L. Willd), and of three supplements: sorghum grain, soybean meal, and orange peel, was characterized for feeding small ruminants from northeastern Mexico. The information on the nutritional content and metabolizable energy determined from six samples of each forage and supplement can contribute to formulating diets to improve the productive performance and sustainability of livestock systems.

Keywords: Metabolizable energy, feedstuffs, sheep, goats, in vitro gas production.

La ganadería del noreste de México requiere de la producción de suficiente cantidad y calidad de biomasa de los forrajes que constituyen la base de la alimentación del ganado. Fluctuaciones de las condiciones climatológicas de esta zona ocasionan que el suministro y disponibilidad de nutrientes y

energía para el ganado, a partir de forraje de buena calidad, no siempre esté garantizado. Por tanto, el uso de suplementos para la alimentación del ganado es una estrategia que puede ser empleada para complementar la dieta a base de forrajes (Montiel *et al.*, 2019).

* Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México.

Contacto: nydia.vasquezag@uanl.edu.mx

Al integrar la información de la composición química, la digestibilidad y la producción de gas *in vitro* mediante el método desarrollado en la Universidad de Hohenheim, Alemania (Menke y Steingass, 1988), se podrá tener información más completa y precisa del valor nutricional de los forrajes y suplementos (Vásquez, 2014), lo cual permitirá diseñar dietas más eficientes.

Con el objetivo de determinar el valor nutricional y contenido de energía metabolizable, en el presente estudio se determinaron la composición química y los parámetros de digestibilidad y degradabilidad ruminal *in vitro* en seis muestras de alimentos importantes para la ganadería del noreste de México: pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), chaparro prieto (*Acacia rigidula* Benth.) y huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), así como de seis muestras de los suplementos grano de sorgo, harina de soya y cáscara de naranja colectadas durante el año.

Se estableció la hipótesis de que el valor nutricional y el contenido de energía metabolizable del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), chaparro prieto (*Acacia rigidula* Benth.) y

huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), así como de los suplementos, grano de sorgo, harina de soya y cáscara de naranja mostrará considerable variación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron muestras representativas de forraje de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), así como hojas del arbusto chaparro prieto (*Acacia rigidula* Benth.) y huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), aleatoriamente de varios sitios de pastoreo en el Campo Experimental de la Unidad Académica Marín, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en los meses de diciembre 2019, así como enero, febrero y septiembre-noviembre de 2020.

La colecta de las muestras de forrajes se llevó a cabo emulando el comportamiento de pastoreo de los ovinos y caprinos, por lo que el pasto Buffel se cortó a 5-10 cm del suelo incluyendo semillas, hojas y tallos de cada planta. En el caso de las muestras de arbustos, se colectaron únicamente las hojas de ramitas localizadas a una altura de entre 1 y 1.5 m (figura 1).



Figura 1. Colecta de muestras de hojas del arbusto *Acacia farnesiana*.

Se colectaron muestras de grano de sorgo y de harina de soya de forrajeras del área conurbada de Monterrey. Las muestras de cáscara de naranja se colectaron frescas de distintas jugueras, y fueron cortadas en trozos pequeños para facilitar su manipulación. Las muestras colectadas fueron secadas durante 48 h a 60°C en una estufa de aire forzado (modelo DKN402C, Yamato, Japón) y molidas en un molino Wiley (modelo 4, Arthur A. Thomas Co., PA, USA) para pasar a través de una malla de 1 mm, y almacenadas hasta su análisis en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía-UANL.

Los forrajes y suplementos se analizaron en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos, de la Facultad de Agronomía-UANL, de acuerdo con la metodología de la AOAC (2005), para determinar los contenidos de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas. Las fracciones de fibra (fibra detergente neutro, FDN y fibra detergente ácido, FDA) se determinaron empleando el analizador de fibra ANKOM (modelo A2000, ANKOM, NY, USA), mediante los procedimientos descritos por Vásquez (2014), también para el contenido de lignina, mediante el método de lignina ácido detergente (LDA). Los contenidos de hemicelulosa (FDN-FDA) y celulosa (FDA-lignina) se calcularon por diferencia, según Vásquez (2014).

La producción de gas *in vitro* (PG 24h) se analizó de acuerdo con la metodología propuesta por Menke y Steingass (1988), utilizando jeringas de vidrio, de 100 ml, calibradas, para incubar 200 mg de muestras de los forrajes y de los suplementos (figura 2). Como inóculo, se utilizaron 30 ml de una mezcla 2:1 (v/v) de saliva artificial y líquido ruminal obtenido de borregos provistos con fistula ruminal (figura 3), alimentados con 75% de heno de pasto y 25% de concentrado.



Figura 2. Método de producción de gas *in vitro* (Gas Test, Hohenheim, Alemania), utilizando jeringas de vidrio de 100 ml calibradas.



Figura 3. Borregos fistulados donadores de líquido ruminal.

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó incubando las muestras de los alimentos en bolsas F57 de ANKOM (con poro de 25 μm) durante 48 horas a 39°C, en una mezcla 2:1 (v/v) de saliva artificial y líquido ruminal, de acuerdo con el procedimiento Daisy^{II} (ANKOM, NY, USA). El contenido de energía metabolizable (EM) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) fueron estimados a partir de la PG 24h, de acuerdo con las ecuaciones propuestas por Menke y Steingass (1988).

Los resultados para los forrajes y los suplementos fueron analizados estadísticamente por separado para los tres forrajes y los tres suplementos, de acuerdo con un diseño completamente al azar, realizando un análisis de varianza (ANOVA), con seis repeticiones para cada uno de ellos. Se compararon las medias por el método Tukey, a un nivel de significancia de $P = 0.05$, utilizando el paquete estadístico SPSS (IBM, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor nutricional del pasto Buffel del presente estudio fue menor al reportado en estudios previos (Carvahlo *et al.*, 2017; Melesse *et al.*, 2017). El contenido de proteína cruda de las hojas de huizache fue mayor que en el forraje de pasto Buffel (tabla I), en concordancia con Castrejón y Corona (2017). En general, los forrajes analizados en Marín, N.L., tuvieron contenidos de proteína cruda menores, pero contenidos de celulosa mayores a los observados en Linares y Los Ramones, denotando esto el efecto que las condiciones ambientales y geográficas tienen sobre el valor nutricional de los forrajes (Chávez Espinoza *et al.*, 2021).

Los valores más altos de producción de gas *in vitro* (Gas test; Hohenheim, Alemania), así como

de la DIVMS, de DIVMO y de extracto etéreo en las hojas de huizache (tabla I) contribuyeron a su contenido de energía metabolizable mayor (Melesse *et al.*, 2017) al del pasto Buffel y de las hojas de chaparro prieto, dos forrajes cuyos contenidos mayores de FDN, FDA y de celulosa ($P < 0.001$) determinan una menor digestibilidad para pequeños rumiantes (Carvahlo *et al.*, 2017).

El contenido de proteína medido en la cáscara de naranja fue 16% menor al reportado por Montiel *et al.* (2019), y 46% menor ($P < 0.001$) al registrado en el presente estudio para el grano de sorgo. El contenido de proteína de la harina de soya del presente estudio fue 45% mayor al de los granos secos de destilería (DDGS) utilizados por Montiel *et al.* (2019) para suplementar deficiencias de proteína en forrajes consumidos por ovinos y caprinos.

Tabla I. Valor nutricional, fracciones de fibra (base MS) y valores medios de producción de gas (Gas Test, Hohenheim) *in vitro* a 24 horas (PG 24h), DIVMS y DIVMO, de los forrajes de pasto Buffel, huizache y chaparro prieto.

Parámetro (base MS)	Forraje			Estadístico	
	Pasto Buffel	Huizache	Chaparro prieto	EEM	Valor P
Proteína cruda (%)	7.60 ^c	17.26 ^a	13.76 ^b	0.536	0.001
Energía metabolizable (kcal/kg)	1200 ^b	1806 ^a	1076 ^b	45.660	0.001
Extracto etéreo (%)	1.97 ^b	7.33 ^a	1.56 ^b	0.209	0.001
Cenizas (%)	8.33 ^b	12.56 ^a	7.32 ^b	0.489	0.001
FDN (%)	73.71 ^a	34.64 ^c	48.28 ^b	0.814	0.001
FDA (%)	49.62 ^a	28.99 ^c	43.45 ^b	0.965	0.001
Hemicelulosa (%)	24.09 ^a	5.64 ^b	4.83 ^b	0.727	0.001
Celulosa (%)	47.86 ^a	27.44 ^c	41.99 ^b	0.880	0.001
LDA (%)	1.75 ^a	1.55 ^a	1.45 ^a	0.168	>0.050
PG 24h (mL/200 mg/24 horas)	19.22 ^b	23.71 ^a	13.33 ^c	1.382	0.001
DIVMS (%)	45.96 ^b	61.62 ^a	48.52 ^b	1.194	0.001
DIVMO (%)	40.80 ^b	51.87 ^a	37.67 ^b	1.196	0.001

^{a,b,c} Letras diferentes en hilera indican diferencias significativas (P<0.05).

Tabla II. Contenido de proteína, energía metabolizable, cenizas, extracto etéreo, fracciones de fibra (base MS) y valores medios de producción de gas (Gas Test, Hohenheim) *in vitro* a 24 horas (PG 24h), DIVMS y DIVMO, de los suplementos grano de sorgo, harina de soya y cáscara de naranja.

Parámetro (base MS)	Suplemento			Estadístico	
	Grano de sorgo	Harina de soya	Cáscara de naranja	EEM	Valor P
Proteína cruda (%)	9.04 ^b	42.77 ^a	4.91 ^c	0.867	0.001
Energía metabolizable (kcal/kg)	2314 ^b	2434 ^{ab}	2864 ^a	150.41	0.036
Extracto etéreo (%)	1.79 ^a	1.65 ^a	2.09 ^a	0.145	0.113
Cenizas (%)	3.96 ^b	6.51 ^a	4.45 ^{ab}	0.622	0.015
FDN (%)	22.29 ^a	16.31 ^c	19.14 ^b	0.810	0.001
FDA (%)	8.52 ^b	7.81 ^b	14.83 ^a	0.510	0.001
Hemicelulosa (%)	13.76 ^a	8.50 ^b	4.30 ^c	0.916	0.001
Celulosa (%)	6.86 ^b	5.22 ^b	13.94 ^a	0.559	0.001
LDA (%)	1.65 ^b	2.19 ^a	0.88 ^c	0.130	0.001
PG 24h (mL/200 mg/24 horas)	49.58 ^b	36.25 ^c	66.29 ^a	3.782	0.001
DIVMS (%)	85.60 ^b	90.02 ^{ab}	93.94 ^a	1.289	0.001
DIVMO (%)	65.59 ^c	70.51 ^{ab}	78.91 ^a	3.197	0.020

^{a,b,c} Letras diferentes en hilera indican diferencias significativas (P<0.05).

El mayor contenido de FDN y de hemicelulosa del sorgo determinó una menor producción de gas *in vitro* (Gas test; Hohenheim; $P < 0.001$) y de energía metabolizable ($P = 0.036$) a la de cáscara de naranja (tabla II), lo que permite constatar que la cáscara de naranja es un excelente concentrado energético para dietas de ovinos y caprinos (Vásquez, 2014; Montiel *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Se describieron particularidades en la composición química y de las fracciones de fibra de los alimentos evaluados en el presente estudio y se describió cuantitativamente su aporte energético. Las hojas de huizache y la cáscara de naranja deshidratada son importantes fuentes de nutrientes y energía para los pequeños rumiantes del Noreste de México.

REFERENCIAS

- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Carvalho, G.G.P., Rebouças, R.A., Campos, F.S., *et al.* (2017). Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. *Animal Feed Science and Technology*. 228:140-148.
- Castrejón F.A., y Corona, L. (eds.). (2017). *Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del trópico mexicano*. México: UNAM. 172 pp.
- Chávez Espinoza, M., Bernal Barragán, H., Vásquez Aguilar, N.C., *et al.* (2021). Cell-wall composition and digestibility of five native shrubs of the Tamaulipan Thornscrub in northeastern Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 24(4):1-15.
- IBM. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Melesse, A., Steingass, H., Schollenberger, M., *et al.* (2017). Screening of common tropical grass and legume forages in Ethiopia for their nutrient composition and methane production profile *in vitro*. *Tropical Grassland*. 5(3):163-175.
- Menke, K.H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28:7-55.
- Montiel Uresti, C.A., Bernal Barragán, H., Sánchez Dávila, F., *et al.* (2019). Efecto de pulpa seca de naranja (*Citrus sinensis*) en la dieta de cabras en déficit energético. *Ciencia UANL*. 22(95): 31-36.
- Vásquez, N.C. (2014). *Determinación de fracciones de carbohidratos y proteínas y del valor nutricional de pasto Buffel (Cenchrus ciliaris L.) asociado con dos subproductos agroindustriales*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México. 86 pp.