

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de las características del fruto de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) para su posible uso en curtiduría o alimentación animal

Evaluation of characteristics of huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) fruit for potential use in leather tanning or animal feeding

Lucía Barrientos-Ramírez¹, J. Jesús Vargas-Radillo¹,
Antonio Rodríguez-Rivas¹, Héctor Guillermo Ochoa-Ruíz¹,
Fernando Navarro-Arzate¹ y José Zorrilla²

RESUMEN

El huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) es una especie silvestre distribuida en el estado de Jalisco y en México, que podría ser utilizada como forraje. Se realizó un estudio para determinar análisis químico proximal (AQP), perfil de aminoácidos y degradabilidad de la materia *in situ*, en borregos pelibuey fistulados, utilizando el fruto (cáscara y semilla) del huizache, sin tratamiento alguno y con extracción previa de taninos. Los taninos fueron evaluados por los métodos ALCA y número de Stiasny. La semilla cruda presentó 23,0% en proteína, superior al encontrado en cáscara, de 14,9%. Los aminoácidos presentes en mayor proporción fueron histidina, valina, treonina, leucina e isoleucina, mientras que lisina y metionina+cisteína fueron los de menor presencia. La cáscara presentó 9,7% taninos del tipo condensado y 11,6% del tipo curtiente, contra 1,8% y 2,2% de la semilla. La variable presencia/ausencia de taninos fue la de mayor efecto en los parámetros, por lo que la mayoría de los indicadores en AQP disminuyeron en muestras sin taninos y, por ejemplo, semilla con taninos tuvo 61,7% en fibra detergente neutra (FDN) y sin taninos 58,1%. Asimismo, la extracción de taninos mejoró la asimilación del material en el rumen de los borregos.

PALABRAS CLAVE:

Borregos pelibuey fistulados, composición química proximal, degradabilidad *in situ*, perfil de aminoácidos, taninos.

ABSTRACT

Huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) is a wild species commonly distributed in Jalisco and other states of Mexico, which may be used as forage. A study was performed on the fruit of huizache (husk and seed) in both, untreated samples and samples with pre-extraction of tannin, for the determination of chemical proximal analysis (QPA), aminoacid profile, and *in situ* degradability, in fistulated pelibuey sheep specimens. Tannins were evaluated using the ALCA method and the Stiasny number technique. QPA analysis showed high protein content in raw seeds of 23,0%, higher than husk content

- 1 Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI. Universidad de Guadalajara. Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45100. C.e.: lbarrien@dmcyp.cucei.udg.mx
- 2 Departamento de Producción Animal, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

which was 14.9%. Samples showed high concentrations of histidine, valine, threonine, leucine and isoleucine, but low concentrations of lysine and methionine+cysteine. The tannins content was 9.7% of condensed type and 11.6% of tannin for tanning in husk, versus 1.8% and 2.2% in seed, respectively. The presence/absence of tannin had the greatest effect on the parameters studied. The most of the indicators in PQA decreased in samples without tannins. Seed with tannins showed 61.7% of neutral detergent fiber (NDF) and seed without tannin had 58.1%, for example. Tannins' extraction improved digestibility into the sheep's rumen.

KEY WORDS:

Pelibuey fistulated sheep, chemical proximal analysis, *in situ* degradability, aminoacids profile, tannins.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son plantas que tienen un papel importante en la alimentación debido a su alto contenido proteico, el cual se fundamenta en la composición de sus aminoácidos constitutivos (Alcántara *et al.*, 1986; Granito *et al.*, 2003). Estos recursos han resuelto las restricciones de alimento en épocas críticas de sequía (Clarke *et al.*, 1989; Hermosillo *et al.*, 2008). A este respecto, las leguminosas se han destacado como un sustituto eficaz a la proteína animal (Famurewa y Raji, 2005). Entre estas especies se encuentra el huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). En América, esta especie se encuentra distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina (Gómez *et al.*, 1970; Rojas-Rodríguez y Torres-Córdoba, 2012). En México se distribuye en la vertiente del pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, y de forma discontinua en la vertiente atlántica, principalmente en el bosque tropical caducifolio, en climas cálidos y semicálidos (Rzedowski, 1988). El follaje y las vainas podrían aprovecharse como alimento para ganado y cabras de las regiones áridas de México, siendo una alternativa

poco estudiada en la alimentación de rumiantes.

En particular, las vainas de huizache se caracterizan por su valor nutricional y podrían ser un material idóneo para ser utilizado como fuente de nutrientes de bajo costo para pequeños rumiantes (Sotelo, 1981; Velázquez *et al.*, 2005). Esto es importante debido a la escasa disponibilidad de nutrientes dentro de los sistemas de producción rural, particularmente en el periodo de estiaje (Velázquez *et al.*, 2011).

Sin embargo, se sabe que esta leguminosa arbustiva contiene taninos, los cuales pueden ser condensados o hidrolizables. Estos compuestos son considerados como agentes antinutricionales (Mueller-Harvey, 2006), que de forma mayoritaria causan efectos desfavorables en el proceso digestivo, aunque en algunos casos este efecto es positivo. Los taninos pueden disminuir la capacidad de degradación de la fibra y la utilización de la proteína en el rumen. Este efecto antinutricional puede provocar una baja aceptabilidad del alimento, pérdida de peso, poca retención de nitrógeno, disminución de la energía metabolizable y de la degradabilidad de la materia seca en el ganado (Barahona *et al.*, 1997; Barry *et al.*, 1999). De igual forma, pueden inactivar las enzimas digestivas de los herbívoros y crear complejos agregados de taninos y proteínas de plantas, los cuales son difíciles de digerir. En particular, los del tipo hidrolizables son potencialmente tóxicos, debido a las sustancias que originan cuando se degradan en el rumen, ya que pueden promover e inhibir la actividad enzimática (Bhat *et al.*, 1998). Por otra parte, se ha publicado que los del tipo condensado son considerados no tóxicos para este tipo de animales, ya que mejoran el desempeño productivo en animales afectados por la parasitosis gastrointestinal (Romero *et al.*, 2000), mientras que a bajas concentraciones

pueden incrementar el nivel de aminoácidos azufrados que entran al torrente sanguíneo (Cecconello *et al.*, 2003). Sin embargo, pueden producir lesiones en la mucosa intestinal, lo que ocasiona una disminución en la absorción de nutrientes (Reed, 1995; Frutos *et al.*, 2004).

No obstante, la presencia de taninos en la ración alimenticia previene el timpánico, debido a la disminución en la concentración de proteínas (mencionada con anterioridad) en el rumen (Pereira Filho *et al.*, 2005). Niveles altos de taninos mezclados con especies ricas en nitrógeno soluble mejoran la degradación proteica y la absorción del nitrógeno diluyendo el efecto de los compuestos tóxicos. En cualquier caso, se ha encontrado que el consumo de taninos mayor a 40g/kg resulta nocivo para rumiantes, ya que la ingesta a este nivel provoca la supresión de la membrana de protección de la proteína dietaria en el rumen (Bhat *et al.*, 1998).

Independientemente del efecto del contenido de taninos en el forraje, existen otras alternativas para el aprovechamiento de los mismos, tales como su uso en las industrias farmacéutica, formulación de adhesivos, y de forma tradicional en la curtiduría (Sánchez, 1980; Garro *et al.*, 1997), además de usos biomédicos, elaboración de productos químicos, fabricación de tintas (Pedraza-Bucio y Rutiaga-Quiñones, 2011), adhesivo natural y formación de paneles de madera (Cardoso *et al.*, 2011). En México la industria de la curtiduría se ha desarrollado continuamente hasta ubicarlo entre los diez mayores países productores de pieles, con una aportación de 4% en la producción mundial dentro de este rubro. La mayor parte de las tenerías se encuentran en la Ciudad de México, Nuevo León, Jalisco y, sobre todo, Guanajuato (Semarnat-INE, 2007). Para una extracción rentable de este tipo de

compuestos, el contenido tánico en la especie vegetal debería ser alrededor de 6% o mayor (Ochoa, 1984); incluso, otros autores consideran que dicho contenido debería ser mayor o igual a 10% (Happich *et al.*, 1954; Pizzani *et al.*, 2006). Existen varios métodos para la evaluación taninos, que pueden ser divididos en colorimétricos, espectrofotométricos, espectroscópicos, gravimétricos, precipitación proteica y mixtos. En relación con los métodos colorimétricos, que utilizan espectrometría UV-Visible, destacan el método de Folin-Denis (Waterman y Mole, 1994; Vieira *et al.*, 2011), en el cual los resultados se expresan como ácido tánico; o el método MV-HCl establecido por Burns (1971) específico para taninos condensados, que utiliza metanol, vainillina y HCl, expresando los resultados en equivalentes de catequina. Por otra parte, dentro de los métodos gravimétricos, se puede mencionar el método del número de Stiasny o Índice de Stiasny-SI (Gnam, 1949; Paes *et al.*, 2010) y el método ALCA de la American Leather Chemist's Association (ALCA, 1970; Honorato y Hernández, 1998). Stiasny es un método relativamente rápido y sencillo que evalúa taninos condensados, mientras que el método ALCA es un método clásico usado en la industria del cuero que evalúa taninos curtientes (condensados e hidrolizables) por medio de polvos de piel cromados

El huizache contiene aminoácidos y proteínas en semilla y cáscara, así como taninos tanto en hojas (Ephraim *et al.*, 2005) como en corteza y fruto, por lo que podría ser una opción en el mercado forrajero, usos alternativos de taninos y sector de la curtiduría.

OBJETIVOS

Evaluar la viabilidad de uso de semilla y cáscara de la vaina de huizache libre de

taninos, como fuente alimentaria, por medio de la determinación de su composición química, perfil de aminoácidos y degradabilidad en borregos pelibuey fistulados. Cuantificar los taninos extraídos como un posible subproducto útil para la industria de la curtiduría.

METODOLOGÍA

Se colectaron nueve especímenes de *Acacia farnesiana* en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. La región se localiza en la costa sur del estado, a 192 km al suroeste de Guadalajara, sobre la sierra de Amula, y a una altitud de 925 msnm. En esta región el clima es semiseco y semicálido, sin cambio térmico invernal bien definido. Los especímenes colectados fueron clasificados por personal del herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, IBUG (número de registro del ejemplar 164764), donde se depositaron. Se muestreó el fruto de los especímenes colectados, se separó manualmente la semilla y la cáscara, y se mezclaron por separado para tener una muestra representativa de cada una.

Las semillas y cáscara de huizache se deshidrataron a 60 °C durante 72 h en estufa de aire de tiro forzado. Las muestras se pulverizaron en un molino de martillo de aspas Retsch-GmbH con criba con perforaciones de 0,5 mm.

Se evaluó el contenido de proteína cruda, grasa, cenizas y elementos libres de nitrógeno (ELN) aplicando la metodología de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990), en muestras con taninos y sin taninos, así como de fibra ácido detergente (FDA) y fibra detergente neutra (FDN), utilizando las técnicas publicadas por Van Soest (1963). El contenido de lignina se realizó por el método publicado por Tejada (1985).

El análisis de aminoácidos se realizó mediante la técnica empleada por Urribarri *et al.* (2004), por medio de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), utilizando un equipo marca Shimadzu con detector UV a 254 nm y una columna C₁₈ fase reversa Pico Tag™ Waters (300 mm x 3,9 mm). Para este análisis, las muestras se desgrasaron y posteriormente se hidrolizaron. Para este propósito, 50 mg de harina de semilla de huizache se trataron con 20 mL de una solución 6N de HCl en tubos de cierre hermético y medio inerte (desplazamiento del aire con nitrógeno). Los tubos se colocaron en una estufa a 45 °C por 4 h y se neutralizaron con una solución 6N de NaOH. La suspensión neutralizada se filtró a través de papel filtro whatman número 1. El material se aforó a 100 mL con buffer de citrato de sodio, y se filtró nuevamente utilizando membranas millipore de nylon con porosidad de 0,2 µm. Para la detección en HPLC se aplicó a la muestra una solución fluorescente de o-ftalaldehído (OPA). El perfil de aminoácidos, además de los aminoácidos limitantes, se determinó utilizando como referencia los patrones establecidos por la FAO/WHO (1991).

El estudio de digestibilidad o degradabilidad *in situ* (desaparición de la materia seca) antes y después de la extracción de taninos, se realizó en dos borregos machos de raza pelibuey. El promedio de edad y peso de éstos animales fue de 1 año y 36 kg. A cada espécimen se le colocó una fístula a nivel ruminal. Los borregos fueron sometidos a un periodo de adaptación de 15 días, y se aplicó una dieta consistente en una ración de 20% de harina de huizache, adicionada con sorgo, soya y rastrojo de maíz. Se incubaron en el rumen de los borregos 5 g de harina de huizache con y sin taninos, por 72 h. Cada incubación se realizó por triplicado, utilizando bolsas de nylon estandarizadas (1500 perfora-

ciones/cm²). Las bolsas se retiraron, lavaron y deshidrataron. Se analizó el contenido de proteína cruda y materia orgánica de acuerdo con la técnica publicada por Tejada (1985).

Para la evaluación de taninos se aplicó el índice de Stiasny y el método de polvos de piel. El número de Stiasny mide la reactividad de los extraíbles polifenólicos (taninos condensados) en presencia de formaldehído: 10 g de muestra (semilla o cáscara) se mezclaron con 150 mL de agua destilada y se agitaron por 24 h, a temperatura ambiente, y se midió el pH final del extracto tánico. A una muestra de 50 mL del extracto se agregaron 5 mL de HCl concentrado y 10 mL de solución de formaldehído al 40%. La mezcla se mantuvo en ebullición bajo reflujo por 30 minutos obteniendo un precipitado tánico, el cual se separó de la fase acuosa mediante filtración con vacío utilizando un filtro gooch de mediana porosidad previamente secado y tarado. El precipitado obtenido se lavó con agua destilada y se secó en estufa por dos horas a 120 °C. El material resultante se enfrió en un desecador y se pesó. Se calculó como la cantidad de precipitado tanino-formaldehído seco formado (M_2) respecto al peso de la sustancia seca presente en la solución (en este caso de 50 mL) de la muestra tratada (M_1), expresado como porcentaje,

$$NS = \frac{M_2}{M_1} \cdot 100 \quad (1)$$

La cantidad de taninos presente en la muestra se obtuvo al multiplicar NS por los sólidos solubles totales (Paes *et al.*, 2010, Ec. 2),

$$T = \frac{SST \cdot NS}{100} \quad (2)$$

El segundo método, ALCA, consistió en tomar 75 mL del extracto tánico en un

matraz Erlenmeyer de 300 mL. A esta suspensión se le añadieron 6,5 g de polvo de piel cromado (Merck), utilizados en la determinación de curtientes, y se agitó de forma enérgica durante 10 minutos. El material se filtró y se agregó caolín. Se filtró una vez más hasta que la solución quedó clara. El filtrado (material no curtiente) se secó en una estufa Felisa a 100 °C y se determinó el peso del material residual. Éste se relacionó con el peso inicial extraído base seca. El material residual se denomina "sustancia no tánica", correspondiente al material no curtiente. El contenido de taninos (material absorbible por el polvo de cuero) se determinó por diferencia de los sólidos solubles totales y la sustancia no tánica. Los sólidos solubles totales (SST), se cuantificaron utilizando 100 mL del extracto tánico filtrado, los cuales se llevaron a sequedad total en un horno a 100 °C para pesar el residuo seco, y se relacionó este valor con el peso del volumen utilizado (Ec. 3),

$$SST = \frac{M_i - M_f}{M_f} \cdot 100 \quad (3)$$

donde

M_i : masa seca de la muestra, g

M_f : masa seca del extracto, g

Diseño experimental y análisis estadístico

Para evaluar la calidad forrajera se aplicó un diseño estadístico comparativo, cuyas variables experimentales fueron la presencia o ausencia de taninos tanto en semilla como en cáscara, mientras que las variables de respuesta fueron los parámetros de composición química proximal, aminoácidos y degradabilidad de la materia. El contenido de taninos se hizo en semilla y cáscara, también de

forma comparativa. Las pruebas se hicieron por triplicado (excepto los aminoácidos, cuyas determinaciones fueron unitarias). La prueba estadística fue hecha por el método ANOVA de contraste *post-hoc*, mientras que para la comparación de medias entre tratamientos se eligió la prueba de Tukey (1949). Se utilizó el software Statgraphics Centurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química proximal en semilla y cáscara de huizache se presenta en la tabla 1. ANOVA indica que la presencia o ausencia de taninos ($p=0,0869$) estadísticamente es más significativo que la parte (semilla o cáscara) analizada ($p=0,3783$). El contenido de proteína cruda en la semilla fue de 23,0% en el material con taninos, disminu-

yendo a 17,4% en la muestra sin taninos. En el caso de la cáscara, se observaron valores de 14,9% y 10,1%, respectivamente. Estos valores se consideran altos en relación con los contenidos registrados en algunas otras leguminosas, tales como *Acacia acatlensis* con 13,22% y *Acacia macrocarantha* con 13,75% de proteína cruda en base seca (Román *et al.*, 2008). Por otra parte, el análisis de FDN mostró que la semilla con taninos tuvo un contenido ligeramente mayor, con 61,7%, que la semilla sin taninos, la cual presentó, 58,1%. En cáscara, el contenido de FDN pasó de 59,3% a 33,1% después de la extracción de taninos, lo que significa una reducción de 26,2%. Respecto a FDA, cáscara con taninos con 66,0%, arrojó 3,8% más que la FDA de las semillas con taninos (62,2%). Estos valores son consistentes con concentraciones de FDA encontradas en especies similares tales como *Acacia glomerosa*, con 66,41%

Tabla 1. Composición químico proximal en semilla y cáscara de huizache (g/100 g base seca*).

Parámetro (%)	Muestra			
	Semilla		Cáscara	
	Con taninos $\bar{x} \pm s$	Sin taninos $\bar{x} \pm s$	Con taninos $\bar{x} \pm s$	Sin taninos $\bar{x} \pm s$
Materia seca	88,9 ± 0,30d	92,3 ± 0,100a	90,6 ± 0,11c	91,2 ± 0,11b
Proteína cruda	23,0 ± 0,10a	17,4 ± 0,17b	14,9 ± 0,10c	10,1 ± 0,11d
Extracto etéreo	2,5 ± 0,06a	2,4 ± 0,35a	1,4 ± 0,06b	1,2 ± 0,15b
E.L.N.	54,3 ± 0,17c	54,5 ± 0,38c	64,2 ± 0,25b	66,1 ± 0,11a
F.D.N.	61,7 ± 0,26a	58,1 ± 0,23c	59,3 ± 0,06b	33,1 ± 0,23d
F.D.A.	62,2 ± 0,30b	58,5 ± 0,42c	66,0 ± 0,06a	53,0 ± 0,29d
Lignina	14,1 ± 0,11a	11,0 ± 0,15c	13,0 ± 0,11b	8,8 ± 0,11d
Cenizas	1,5 ± 0,06a	1,8 ± 0,15a	1,1 ± 0,06b	1,0 ± 0,17b

Notas:

Todos los parámetros presentados fueron evaluados por triplicado, \bar{x} = media, s = desviación estándar

a, b, c Medias con diferente literal en la misma fila difieren significativamente ($p<0,05$)

E. L. N. = elementos libres de nitrógeno

F. D. N. = fibra detergente neutra

F. D. A. = fibra detergente ácida

*g.b.s. = gramos base seca

(Pizzani *et al.*, 2006), así como para contenidos de FDN de 64,90% para *Acacia acatensis* y *Acacia macracantha* (Román *et al.*, 2008).

El perfil de aminoácidos se muestra en la tabla 2. La comparación de columnas mostró que no existe diferencia estadística significativa entre los aminoácidos de semilla y cáscara ($p = 0,9226$). Los aminoácidos Histidina (His), valina (Val), treonina (Treo) y leucina (Leu) fueron superiores al requerimiento esencial de aminoácidos recomendados por la FAO. Lo anterior se reflejó como un valor alto de calificación

química. Por otra parte, también se observaron valores inferiores a estos estándares, de lisina (Lis) y metionina+cisteína (Met+Cis), por lo que estos fueron los aminoácidos limitantes en semilla y cáscara. La degradabilidad y la biodisponibilidad de los aminoácidos proteicos son factores importantes que caracterizan la calidad de ésta (Hsu *et al.*, 1977; Suman *et al.*, 1992). En su papel de sustancias esenciales de la vida, los aminoácidos son nutrientes críticos en cualquier formulación dietética animal. De aquí la importancia de localidad y cantidad de los aminoácidos presentes en las materias primas utili-

Tabla 2. Contenido (g/16g de N) de aminoácidos en semilla y cáscara de huizache.

Aminoácido	Muestra		Requerimiento esencial de aminoácidos (2-5 años)	Calificación química (C. Q.)	
	Semilla	Cáscara		Semilla	Cáscara
ASP	10,7	12,9	---	---	---
GLU	12,2	11,6	---	---	---
SER	9,8	9,4	---	---	---
GLI	11,3	7,3	---	---	---
HIS	2,6	2,0	1,9	136,8	105,3
ARG	6,3	3,4	---	---	---
TRE	4,6	4,7	3,4	135,0	138,2
ALA	8,0	9,3	---	---	---
PRO	7,2	9,0	---	---	---
TIR	3,2	4,0	---	---	---
VAL	5,9	8,2	3,5	168,6	234,3
MET+CIS	0,8	N.D.	3,4	23,5	N.D.
ILE	3,9	4,5	---	---	---
LEU	7,8	7,7	6,6	118,2	116,7
ISO-LEU	3,6	4,1	2,8	128,6	146,4
FEN+TIR	5,7	7,4	6,3	90,5	117,5
LIS	1,9	2,0	5,0	37,6	39,6

Notas:

N. D. = no detectado

$$\text{Calificación química} = \frac{\text{g de aminoácido en muestra}}{\text{g de aminoácido en patrón}} \cdot \frac{\text{FAO}}{\text{WHO}} \cdot 100$$

zadas en la elaboración de alimentos balanceados para animales.

En relación con la degradabilidad de la materia (Tabla 3), el resultado experimental fue satisfactorio, de acuerdo con los criterios sobre el parámetro de degradabilidad ($DMS \geq 50\%$), establecido por Pizzani *et al.* (2006). Se obtuvieron valores de DMS superiores a 60%, excepto en la cáscara con taninos que arrojó un valor de 59,2%. Asimismo, el análisis de varianza expresó diferencia significativa entre las variables ($p=0,0279$), relativo a la presencia o ausencia de taninos, pero también relativo a la muestra probada, semilla o cáscara. En la tabla se observa que la degradabilidad *in situ* se incrementó en el material sin taninos, tanto en semilla como en cáscara; la semilla registró un incremento en todos los parámetros estudiados, mientras que la cáscara presentó un

incremento en DMS, DMO, DFDN, y DFDA, así como también una ligera disminución en DPC. Es de destacar el significativo aumento de DFDN tanto en semilla como en cáscara, y que la cáscara sin taninos presentó el mayor índice (93,5%). Este comportamiento es similar a los resultados obtenidos por Valerio (1994), quien encontró que al disminuir la cantidad de taninos ensilados de muestras de semillas, se incrementó la digestibilidad en rumiantes. El comportamiento del material de huizache analizado, sugiere un elevado potencial de utilización como alimento. Algunos autores (Ceconello *et al.*, 2003; Velázquez *et al.*, 2005) mencionan que las vainas secas y molidas del huizache pueden utilizarse en las dietas de ganado lanar en crecimiento, hasta en 40% de inclusión en mezclas con rastrojo de maíz molido sin ocasionar trastornos clínicos.

Tabla 3. Degradabilidad *in situ* de la materia seca, materia orgánica y proteína cruda, para muestras de semilla y cáscara de huizache.

Parámetro (%)	Muestra			
	Semilla		Cáscara	
	Con taninos $\bar{x} \pm s$	Sin taninos $\bar{x} \pm s$	Con taninos $\bar{x} \pm s$	Sin taninos $\bar{x} \pm s$
DMS	60,9 ± 0,06c	70,0 ± 0,06a	59,2 ± 0,20d	61,8 ± 0,12b
DMO	61,0 ± 0,72c	70,7 ± 0,11a	62,0 ± 0,56c	68,9 ± 0,47b
DPC	67,7 ± 0,17c	71,6 ± 0,05a	72,1 ± 0,36a	70,9 ± 0,29b
DFDN	54,9 ± 0,26d	83,2 ± 0,57b	75,6 ± 0,26c	93,5 ± 0,26a
DFDA	52,5 ± 0,17d	74,7 ± 0,10b	60,7 ± 0,30c	77,1 ± 0,17a

Notas:

Todos los parámetros mostrados fueron evaluados por triplicado, \bar{x} = media, s = desviación estándar

a, b, c Medias con diferente literal en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$)

DMS = digestibilidad de la materia seca

DMO = digestibilidad de la materia orgánica

DPC = digestibilidad de la proteína cruda

DFDN = digestibilidad de la fibra detergente neutra

DFDA = digestibilidad de la fibra detergente ácida

Todos los parámetros reportados sobre base seca

La tabla 4 expresa los resultados de los análisis de contenido en taninos. Existe diferencia estadística significativa entre taninos en semilla y taninos en cáscara ($p=0,0124$). La cáscara presentó un contenido considerablemente mayor de taninos condensados (taninos por reacción de Stiasny de 9,7), así como 11,6% de taninos hidrolizables y condensados (denominados proantocianidinas o catéquicos), a través de las pruebas realizadas con polvos de piel (método ALCA). La presencia de taninos se confirmó mediante una prueba colorimétrica, resultante de la reacción del extracto de agua de la cáscara con SO_4Fe y acetato de amonio. Este contenido en taninos curtientes en cáscara es mayor que los registrados en otras especies tales como *Acacia macrantha* (2,40%), *Enterolobium cyclocarpum* (1,18%), *Pithecellobium dulce* (1,01%), *Caesalpinia coriria* (5,25%) y *Lysiloma divaricata* (6,47%) (Pizzani *et al.*, 2006). Respecto a la semilla, ésta presentó considerablemente menos contenido de taninos condensados (1,8%), y de taninos curtientes (2,2%).

CONCLUSIONES

El huizache (*Acacia farnesiana*) tiene un alto valor nutricional por su contenido en proteína cruda (23%) y la concentración de aminoácidos esenciales, valorada tanto en semilla como en cáscara. Es un recurso potencialmente utilizable como una opción alimenticia de bajo costo para ganado ovino aún en épocas críticas de sequía, para formular dietas base suplementarias, haciendo una mezcla balanceada con gramíneas, las cuales suministrarían los aminoácidos azufrados deficitarios en las leguminosas.

Por otra parte, aunque la presencia de taninos no es un impedimento para el uso forrajero del fruto de esta especie, debido a que la mayor concentración es en follaje y corteza, se sugiere una extracción previa de los mismos, ya que su eliminación mejora la digestibilidad del forraje, pero además, los taninos podrían ser usados como un subproducto útil en la industria de las pieles como curtiente orgánico, o en las industrias farmacéu-

Tabla 4. Contenido de taninos en semilla y cáscara de huizache.

Parámetro	Unidad	Semilla	Cáscara
Humedad	(%)	12,6 ± 0,11b	13,0 ± 0,11a
Solubilidad: agua fría	(%)	6,9 ± 0,10a	4,0 ± 0,11b
agua caliente	(%)	6,3 ± 0,17a	6,2 ± 0,17a
Extracto total	(%)	22,4 ± 0,20b	24,6 ± 0,17a
Sólidos solubles totales (SST)	(%)	20,4 ± 0,20b	22,6 ± 0,15a
Taninos (polvos de piel)	(%)	2,2 ± 0,21b	11,6 ± 0,17a
Taninos (Índice de Stiasny)	(%)	1,8 ± 0,25b	9,7 ± 0,23a
Reacción de coloración	adimensional	Negativo	Positivo
pH	adimensional	4,0	4,5

Notas:

Todos los parámetros presentados fueron evaluados por triplicado, \bar{x} = media, s = desviación estándar

a, b, c Medias con diferente literal en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$)

tica, química o vitivinícola, lo cual aumentaría su valor agregado.

El huizache es un recurso vegetal de amplia biodisponibilidad que no ha sido totalmente aprovechado, que podría ser una opción de bajo costo para alimentar ganado en épocas críticas.

REFERENCIAS

- ALCA. 1970. Methods of Sampling and Analysis. American Leather Chemists Association, Cincinnati, Ohio. 28 p.
- Alcántara, S.E., E.S. Ochoa, B.A. Aguilera y F. Perezgil. 1986. Huizache (*Acacia-farnesiana*, Willd) as an alternative resource in goat feeding. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 36(1):135-151.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 15th edition (ed. K. Helrich).
- Barahona, R., C.E. Lascano, R.C. Cochran, J.L. Morrill y E.C. Titgemeyer. 1997. Condensed tannins in tropical legumes: Concentration, astringency and effects on the nutrition of ruminants. 18 Congreso internacional de pastizales. Winnipeg, Canadá.
- Barry, T.N. y W.C. McNabb. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition 81(4):263-272.
- Bhat, T.K., B. Singh y O.P. Sharma. 1998. Microbial degradation of tannins - A current perspective. Biodegradation 9(5):343-357.
- Cardoso, M.C., R.C.C. Costa, B.C. Silva y G.L. Oliveira. 2011. Tannin extraction from the bark of *Pinus oocarpa* var. *oocarpa* with sodium carbonate and sodium bisulfite. Floresta e Ambiente 18(1):1-8
- Burns, R.E. 1971. Method for estimation of tannin in grain sorghum. Agron. J. 63:511-512.
- Cecconello, G., M. Benezra y N.E. Obispo. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. Zootecnia Trop. 21(2):149-165.
- Clarke, H.D., D.S. Seigler y J.E. Ebinger. 1989. *Acacia farnesiana* (Fabaceae, Mimosoideae) and related species from Mexico, the southwestern United States, and the Caribbean. Systematic Botany 14(4):549-564.
- Ephraim, E., A. Odenyo y M. Ashenafi. 2005. Isolation and characterization of tannin-degrading bacteria from faecal samples of some wild ruminants in Ethiopia. Animal Feed Science and Technology 118 (3-4):243-253.
- Famurewa J., A.V. y A.O. Raji. 2005. Parameters affecting milling qualities of undefatted soybeans (*Glycine max* L. Merrill) (1) Selected thermal treatment. Int J Food Eng 1:1.
- FAO/WHO. 1991. Protein Quality evaluation, Report of a joint FAO/WHO expert consultation. (FAO food and Nutrition Paper No 51). F. A. A. Organization. Roma, Italia.
- Frutos, P., G. Hervás, F.J. Giráldez y R. Mantecón. 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish

- Journal of Agricultural Research 2(2):191-202.
- Gnammm, H. 1949. Die gerbstoffe und bermittel. Stuttgart, Germany. p:81-85.
- Garro, G.J., B. Riedl y A.H. Conner. 1997. Analytical studies on tara tannins. *Holzforschung* 51(3):235-243.
- Gómez, L.F., J. Signoret Poillon y M.D.C. Abuín Moreiras. 1970. Mezquites y huizaches: algunos aspectos de la economía, ecología y taxonomía de los géneros *Prosopis* y *Acacia* en México. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F.
- Granito, M., A. Torres y M. Guerra. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia* 28(7):372-379.
- Happich, M.L., C.W. Beebe y J.S. Rogers. 1954. Tannin evaluation of one hundred sixty-three species of plants. *J. Amer. Leather Chem. Assoc.* 49:760-773.
- Hermosillo G., Y., J. Aguirre O., R.A. Rodríguez, C. Ortega A., A. Gómez G. y R. Magaña M. 2008. Métodos inductivos para maximizar la germinación de semilla de germoplasma nativo en vivero para sistemas silvo-pastoriles en Nayarit, México. *Zooc-tecnia Trop.* 26(3):355-358.
- Honorato S., J.A. y J. Hernández P. 1998. Determinación de componentes químicos de la madera de cinco especies de encino del estado de Puebla. *Madera y Bosques* 4(2):79-93.
- Hsu, H.N., D.L. Vavak, L.D. Satterlee y G.A. Miller. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journals of Food Science* 42:1269-1271.
- Mueller-Harvey, I. 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86(13):2010-2037.
- Ochoa Esquivel, S. 1984. Uso potencial del ensilaje de huizache, *Acacia farnesiana L. Willd* en la alimentación de la cabra. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México. M.V.Z.: 66.
- Paes, J.B., G.M. Santana, T.K. Barbosa de Azevedo, R. De Medeiros Moraes y J.T. Calixto Júnior. 2010. Tannic substances present in several parts of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.) tree. *Sci. For.*, Piracicaba 38(87):441-447.
- Pedraza-Bucio, F.E. y J.G. Rutiaga-Quiñones. 2011. Extracto tánico de la madera de palo de Brasil. *Conciencia Tecnológica* 42:36-41.
- Pereira Filho, J.M., E.L.A.K. Vieira, A.M.A. Silva, M.F. Cezar y P.M.G. Beelen. 2005. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. *Livestock Research for Rural Development* 17(8) Art. 91.
- Pizzani, P., I. Matute y G. Martino. 2006. Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* 47(2):105-113.

- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science* 73(5):1516-1528.
- Rojas-Rodríguez, F. y G. Torres-Córdoba. 2012. Árboles del valle central de Costa Rica: reproducción, aroma (*Acacia farnesiana*), *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* (Costa Rica) 9(22):66-67.
- Román Miranda, M.L., J.M. Palma, J. Zorrilla, A. Mora y A. Gallegos. 2008. In situ dry matter degradability of flour fruit of guacima, guazuma ulmi-folia, with fruit diets from tree species. *Zootecnia Tropical* 26(3): 227-230.
- Romero Lara, C.E., J.M Palma García y L. Juan. 2000. Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles totales y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el tropico seco. *Livestock Research for Rural Development* 12(4):1-9.
- Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoidae) en Norteamérica. *Acta Bot. Mex.* 3:7-19.
- Sánchez, O. 1980. La flora del Valle de México. 8ª ed. Herrero. México.
- Semarnat, Instituto Nacional de Ecología (INE). 2007. INE.gob.mx.
- Sotelo, A. 1981. Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para alimentación del futuro. *Inf. Científica Tecnol.* 3:28-34.
- Suman, C.N., P.V. Monterio, G. Ramachandra y L. Sudharshana. 1992. In vitro enzyme hydrolysis of the storage proteins of japanese barnyard millet (*Echinochloa frumentacea*). *Journal of Science of Food and Agriculture* 58(4):505-509.
- Tejada de Hernández, I. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. México, D.F. p. 387.
- Tukey, J.W. 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics* 5:99-114.
- Urribarrí C.,L., A. Ferrer O. y A. Colina. 2004. Extracción y precipitación de las proteínas solubles del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott). *Rev. Fac. Agron (LUZ)* 21:264-275.
- Valerio, S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas* 1(3):10-13.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Ass. Offic. Agr. Chem.* 46:829-835.
- Velázquez, A.J., R. Perezgrovas, M.E. Velasco, L. Zaragoza y G. Rodríguez. 2005. "Evaluación de vainas de quebracho (*Acacia farnesiana*) en Alimentación de Ganado lanar. *Archivos de Zootecnia* 54(206-207):535-540.
- Velázquez, A.J., M. González, J. Bórquez, I.A. Domínguez y R. Perezgrovas. 2011. Composición química y producción de gas *in vitro* de dietas con vainas de *Acacia farnesiana*. *Arch. Zootec.* 60: 1-9.
- Vieira, M.C., R.C.C. Lelis, B.C. Silva y G.L. Oliveira. 2011. Tannin extraction from the bark of *Pinus oocarpa* var.

oocarpa with sodium carbonate and sodium bisulfite. *Floresta e Ambiente* 18(1):1-8

Waterman, P.G. y S. Mole. 1994. *Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites.* Blackwell Scientific publications. 237p.

Manuscrito recibido el 22 de mayo de 2012.
Aceptado el 17 de octubre de 2012.

Este documento se debe citar como:

Barrientos-Ramírez, L., J.J. Vargas-Radillo, A. Rodríguez-Rivas, H.G. Ochoa-Ruíz, F. Navarro-Arzate y J. Zorrilla. 2012. Evaluación de las características del fruto de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) para su posible uso en curtiduría o alimentación animal. *Madera y Bosques* 18(3):23-35.