

Producción y calidad nutritiva de los forrajes de morera *Morus alba* y tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* para la suplementación de ovinos en pastoreo

Production and nutritional quality of mulberry (Morus alba) and hibiscus (Hibiscus rosa-sinensis) forage as supplement for grazing sheep

DAVID HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ^{1*}, RENÉ PINTO-RUIZ², EMILIO MANUEL ARANDA-IBÁÑEZ³, MIGUEL ÁNGEL MATA-ESPINOSA⁴, GLORIA HERNÁNDEZ-MELCHOR³, ALDENAMAR CRUZ-HERNÁNDEZ⁵, EFRÉN RAMÍREZ-BRIBIESCA¹, OMAR HERNÁNDEZ-MIENDO¹ Y PABLO ROSEMBERG COUTIÑO-HERNÁNDEZ²

¹ Postgrado en Ganadería-IREGEP, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

² Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas

³ PROPAT, Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

⁴ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo

⁵ División de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

*Correo electrónico: sanchezd@colpos.mx

RECIBIDO EL 15 DE ABRIL DE 2015/ ACEPTADO EL 18 DE AGOSTO DE 2015

RESUMEN

La producción ovina en el trópico mexicano se basa principalmente en el pastoreo, utilizándose, en algunos casos, suplementos comerciales costosos; ello justifica la búsqueda de alternativas económicas que sustituyan parte de estos suplementos, por lo que el estudio de arbóreas resulta de interés por su calidad y costo. Este trabajo presenta resultados de investigaciones desarrolladas en Tabasco, México, de Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) cosechadas a diferentes edades de corte (30, 60, 90 y 120 días), caracterizando su producción de biomasa comestible (BC), valor nutritivo, contenido de taninos, la respuesta productiva en ovinos pastoreando y su rentabilidad al reemplazar al concentrado. Al comparar ambas especies a la misma edad de corte, Morera muestra mayor potencial de producción de BC que Tulipán. En ambas, el nivel de proteína es alto a los 30 días, disminuye a los 60 y 90; sin embargo, a 120 días presenta valores similares a los observados a los 60. Los niveles de taninos detectados en Morera y Tulipán presentan diferencias entre edades de corte. Los incrementos de peso de los ovinos al suplementarlos con harina de estas arbóreas, se relacionaron con el consumo de suplemento, y aquellos que recibieron concentrado, Morera de 60 días, Tulipán de 90 días y Tulipán de 120 días manifestaron las ganancias de peso más altas. Los corderos que presentaron la mejor conversión alimenticia (CA) fueron los suplementados con Morera de 120 días, Tulipán de 60 y 90 días, igualando la eficiencia en CA observada en el grupo que recibió concentrado comercial.

Palabras clave: *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*, producción, composición química, ovinos.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de ovino en México es insuficiente para abastecer la demanda del mercado nacional, por lo cual, aproximadamente 40% de la carne consumida en el país es importada de Australia, Nueva Zelanda y Uruguay (Macías et al., 2013). En este sentido,

ABSTRACT

Sheep production in the Mexican tropics is based mainly on grazing, and in some cases, expensive commercial supplements are used; this justifies the search for economic alternatives in order to replace some of these supplements. Therefore, the study of tree species is of interest because of their quality and cost. This paper presents results of research conducted in Tabasco, Mexico about mulberry (*Morus alba*) and hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) harvested at different cutting ages (30, 60, 90 and 120 days); their production of edible biomass, nutritional value, tannin content, productive response in sheep herding, and profitability when replacing the concentrate, were characterized. When comparing both species at the same cutting age, mulberry shows greater potential for the production of edible biomass than hibiscus. In both, the protein level is high at 30 days, and it decreases at 60 and 90 days; however, at 120 days, the features are similar to those observed at 60 days. Tannin levels detected in mulberry and hibiscus differ between cutting ages. Weight increase of the sheep fed with supplements made with flour from these trees was related to the consumption of the supplement, and those fed with the concentrate, mulberry at 60 days, hibiscus at 90 days and hibiscus at 120 days showed higher weight gains. The lambs had the best feed conversion (FC) were supplemented with mulberry at 120 days and hibiscus at 60 and 90 days; this matched feed conversion efficiency observed in the group fed with the commercial concentrate.

Keywords: *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*, production, chemical composition, sheep.

la producción de ovinos es un nicho de mercado, dado que la demanda de su carne supera la oferta actual (Martínez et al., 2011).

En las regiones tropicales de México, la producción tradicional de ovinos se basa en la utilización de forrajes; las extensiones de praderas existentes sugieren que el sistema

de alimentación más rentable se base en este recurso, el cual, en su mayoría, se compone de especies nativas. Sin embargo, la estacionalidad en la producción, el bajo contenido de proteína (< 8%) y alto grado de lignificación de las gramíneas tropicales, propician bajos niveles de digestibilidad (50%) e interfieren en los niveles productivos que los animales registran al consumir este tipo de forraje (Cruz et al., 2011). Aunque estas regiones han adoptado tecnologías que combinan el uso de prácticas generadas en otros ambientes, basadas en el uso de concentrados, la viabilidad económica de las unidades de producción ovinas están sujetas a un alto precio y disponibilidad de los granos (Ríos et al. 2012).

En este sentido, la búsqueda de alternativas basadas en recursos forrajeros para mejorar el comportamiento productivo de los ovinos en el trópico, ha sido una constante en los últimos años, siendo el uso del forraje de arbustivas un ejemplo de estos.

Antecedentes en las regiones tropicales muestran el aprovechamiento de especies arbóreas como forraje, entre estas el cocoíte (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y morera (*Morus alba*) son de interés (Martín et al., 2007; Pinto et al., 2010). Por su potencial de producción (Mesa et al., 2005; Lara et al., 2006), alto contenido de proteína y su grado de digestibilidad (Mata et al., 2006), estos forrajes han despertando interés para utilizarlos como suplementos alimenticios en regiones tropicales.

Atendiendo a su potencial forrajero, en esta revisión se presentan resultados de estudios en morera y tulipán, en el estado de Tabasco, describiendo evaluaciones de su producción forrajera, composición química, de taninos y digestibilidad, así como el comportamiento productivo de ovinos al suplementarse con harinas de estas arbóreas a diferentes edades de corte y, finalmente, una comparación económica del uso de dichas harinas en comparación con el uso de alimentos comerciales. Los resultados sustentan el potencial de morera y tulipán para la ovinocultura en la región del trópico húmedo, y muestran rentabilidad en su aplicación.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

A diferencia de las gramíneas que se producen en praderas tropicales, en las arbustivas forrajeras se desconoce la frecuencia de corte apropiada que permita utilizar la biomasa producida en su mejor etapa de crecimiento, asegurando alta producción de materia seca y la mejor calidad nutritiva del forraje (Larbi et al., 2005). En este sentido, se condujeron una serie de investigaciones de 2004 a 2007 en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, en H. Cárdenas, Tabasco, para determinar la frecuencia óptima de corte del forraje de morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*).

La plantación utilizada para estas evaluaciones se estableció en junio de 2003 y ocho meses después se efectuó una poda de uniformización a una altura de 40 cm. Se emplearon parcelas de 2 x 2 m de morera y tulipán para evaluar las frecuencias de corte. La distancia de siembra fue de 100 cm entre plantas y 100 cm entre surcos. Posterior a la poda de uniformización se cosechó y estimó la producción de biomasa comestible (hojas y tallos no lignificados, menores a 0.5 cm) (Mullen et al., 2003) a frecuencias de corte de 30, 60, 90 y 120 días. El forraje cosechado fue caracterizado químicamente incluyendo el contenido de taninos y su digestibilidad *in situ* (Cruz, 2005). En otro experimento, la biomasa comestible, deshidratada y molida (5 mm), se utilizó como suplemento para corderos en pastoreo y se evaluó el comportamiento animal (Obrador-Olán et al., 2007); finalmente, un estudio de rentabilidad económica fue llevado a cabo para determinar la factibilidad de uso de ambas arbóreas como suplementos, en sustitución de concentrados comerciales (Hernández, 2005).

Producción de biomasa comestible en morera y tulipán a diferente edad de corte

La producción de biomasa comestible (BC) en morera y tulipán fue menor a 30 d de rebrote y no cambia entre los 60 y 120 d de crecimiento (Cuadro 1). Al comparar ambas especies a la misma edad de corte, morera muestra mayor potencial de producción en relación con el tu-

lipán (Cruz, 2005). Congruente con estos resultados, Sanginés et al. (2000) y Benavides (2001) observaron resultados similares cuando evaluaron la producción de biomasa comestible de estas especies, y señalaron que la producción de biomasa total se incrementa con la edad de rebrote, pero la BC cambia debido al incremento de tallos lignificados. Adicionalmente, Meléndez (2001) y Bolio et al. (2006) recomiendan cosechar la morera y el tulipán a los 90 y 70 d, respectivamente, para obtener mayor producción de biomasa y mejor disponibilidad de forraje.

La producción de morera que reporta Cruz (2005) es inferior a lo registrado en Yucatán durante la época seca, pero con riego (Sanginés et al., 2000) y similar a lo encontrado en Tabasco (Meléndez y Cordero, 2001). La producción de tulipán fue inferior a la observada por Bolio et al. (2006) en Tabasco.

Con base en los resultados de producción de BC en morera y tulipán presentados por Cruz (2005), resulta indistinto cosechar el forraje de estas arbustivas a 60 o 120 d (Cuadro 1), ya que la producción no cambia; sin embargo, es necesario hacer un análisis complementario que combine resultados de producción de BC con la composición bromatológica, contenido de taninos y digestibilidad del forraje para establecer la frecuencia de corte apropiada, y quizás el indicador más importante que deter-

mine esa frecuencia óptima sea el comportamiento productivo del animal.

Composición bromatológica de morera y tulipán a diferente frecuencia de corte

La composición bromatológica del forraje de morera y tulipán, a diferente frecuencia de corte, se presenta en el Cuadro 1. El contenido de materia seca (MS) en la biomasa comestible se incrementa conforme la frecuencia de corte es mayor y resulta más alta a 120 d. Al comparar las dos especies a la misma edad de corte, el forraje de tulipán registró mayores porcentajes de MS a los 60 y 120 d (Cruz, 2005). Contenidos de MS similares fueron publicados por Meléndez (2001), quien mencionó que a mayor edad de corte, el porcentaje de MS se incrementa, pero el porcentaje de hoja disminuye. De manera similar, Elizondo-Salazar (2007; 2010), reporta valores cercanos a 22% MS en morera cosechada a 90 d, aun con niveles altos de fertilización (450 kg N ha⁻¹ año⁻¹), resultando inferior a lo encontrado por Cruz (2005) (Cuadro 1); si bien el aporte de nitrógeno es primordial para la producción de materia seca en los forrajes, la interacción de factores externos a la planta inciden directamente en la producción y calidad nutritiva de esta, de tal forma que varía durante el año por efecto de la especie forrajera, fertilidad del suelo, estado de crecimiento, prácticas de manejo y clima (Bolio et al., 2006).

Cuadro 1. Producción de biomasa comestible, composición bromatológica y contenido de taninos en morera y tulipán a diferentes frecuencias de corte

Frecuencia de Corte, d	Biomasa comestible kg MS ha ⁻¹	MS -----	PC %	FDN -----	TCT g kg ⁻¹ de MS
Morera					
30	548.10b	22.93de	21.87a	42.55abc	11.33c
60	1418.08a	27.83de	17.11cd	43.79ab	19.14 ^a
90	1578.00a	28.56bc	16.83d	44.20a	11.39c
120	1576.80a	28.96a	17.89c	46.19a	18.27ab
Tulipán					
30	317.60c	20.43e	19.72b	32.46d	13.18c
60	590.75b	29.86bc	16.93cd	36.81cd	17.75b
90	585.61b	28.86bc	16.45d	37.83bcd	17.47b
120	734.52b	33.96b	17.35c	36.49cd	19.31 ^a
C.V	18.2	6.1	1.8	5.5	4.5
Edad x especie	p≤0.06	P≤0.01	P≤0.01	P≤0.01	P≤0.01

a,b,c,d,e= Medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey, p ≤ 0.05). MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, TCT= Taninos condensados totales, C.V.= coeficiente de variación (Cruz, 2005).

El contenido de proteína cruda (PC) en el forraje de morera y tulipán cambia entre frecuencias de corte, pero fue similar entre las especies a la misma edad (Cuadro 1), con excepción del corte a 30 d, en el que morera presentó valores mayores de PC. En ambas especies, el nivel de proteína es alto a los 30 d, disminuye a los 60 y 90 d; sin embargo, a 120 d la proteína presenta valores similares a los observados a los 60 d (Cruz, 2005).

En otros estudios en los cuales se evalúa el tulipán, Bolio et al. (2006) reportan valores de 17.9 y 19.02% de PC, cuando se cosecha el forraje a 42 y 70 d, respectivamente, congruente con los valores encontrados por Cruz (2005). También Mata et al. (2006) determinaron un contenido de proteína de 19.18% en tulipán, sin mencionar la edad de rebrote. En morera, los reportes en la literatura señalan contenidos de proteína que van de 14.49% (Noda et al., 2005) a 22.4% (Martín et al., 2000), donde los mayores porcentajes se alcanzan cuando la hoja es la única fuente de forraje. No obstante, el trabajo realizado por Cruz (2005) (Cuadro 1), incluyó hojas y tallos comestibles dentro del forraje, manteniendo niveles de PC apropiados; con base en lo anterior, morera y tulipán tienen apreciable potencial como fuente de proteína para la alimentación animal.

El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del forraje de morera y tulipán (Cuadro 1) no cambia entre frecuencias de corte, pero al comparar ambas especies a la misma edad, morera presenta mayor contenido de paredes celulares (Cruz, 2005). La literatura reporta una amplia variación en el contenido de FND en Morera, con valores que van de 26.8% (Kandyli et al., 2009) a 36.6% (Srivastava et al., 2006), y puede explicarse porque no se menciona la edad de rebrote a la cual se cosechó el forraje. En la BC de tulipán, Mata et al. (2006) encontraron 28.08% de FDN y Bolio et al. (2006) reportaron 34.4 y 35% de FDN a 42 y 70 d de rebrote, respectivamente, acorde con los resultados obtenidos por Cruz (2005); aunque López et al. (2008) mencionan que la variación en el contenido de FDN en arbustivas forrajeras puede ser más amplia (28.3 a 62.9%). Los bajos niveles de FND reportados

para los forrajes de morera y tulipán sugieren alto potencial de digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes por los rumiantes.

Contenido de taninos en morera y tulipán a diferente frecuencia de corte

La presencia de compuestos secundarios, en especial la de taninos en arbustivas forrajeras, ha sido un tema de interés en investigaciones recientes, por los efectos en el metabolismo ruminal. Está documentado que la presencia de taninos condensados en niveles superiores a 5% del contenido de materia seca, causan trastornos metabólicos en el animal; sin embargo, niveles de 2 a 4% pueden resultar benéficos para el rumiante (Vasta y Luciano, 2011). Se conoce que estos compuestos poseen propiedades nematocidas (Hoste et al., 2006), capacidad para ligarse a proteínas, protegiéndolas de la degradación ruminal, dejando disponible aminoácidos a nivel intestinal (López et al., 2008); además, reducen la producción de metano (Gurbuz, 2009), y recientemente se les ha encontrado propiedades antioxidantes en productos cárnicos (Larraín et al., 2008; Vasta y Luciano, 2011).

Con base en lo anterior, al examinarse los niveles de taninos condensados totales (TCT) en morera y tulipán presentaron diferencias (Cuadro 1) entre edades de corte. En morera se detectan los niveles más altos a los 60 y 120 d; en tanto que en tulipán, el contenido más alto se presenta en el forraje de 120 d de corte (Cruz, 2005).

Estudios realizados por Maldonado et al. (2000), Domínguez y Télles (2001) y Kamalak et al. (2004), reportan concentraciones de 1.42 a 2.2% de TCT en morera, similares a las observadas en el trabajo de Cruz (2005); aunque Srivastava et al. (2006) reportó niveles inferiores que van de 0.13 a 0.36%. Para el caso del tulipán, el contenido de TCT obtenidos presentan valores inferiores a los encontrados por López et al. (2004) (26.6 g kg⁻¹ MS TCT). En ambas especies los valores de TCT determinados por Cruz (2005) (Cuadro 2) se encuentran por debajo de los niveles tóxicos (Vasta y Luciano, 2011). Además, se requiere de concentraciones mayores a 60 g kg⁻¹ de

MS de TCT para afectar el metabolismo de los microorganismos ruminales y provocar intoxicación en el animal (López et al., 2004). Lejos de ser tóxica, la concentración de TCT que presentan morera y tulipán podría favorecer el sobrepaso de la proteína a su paso por el rumen (López et al., 2008), propiciando un uso eficiente de los aminoácidos.

Digestibilidad de morera y tulipán cosechados a diferente frecuencia de corte

La digestibilidad in situ de la MS (DISMS) del forraje de morera y tulipán presenta poca variación entre frecuencias de corte y entre las dos especies (Cuadro 2). En el forraje de morera solamente se detectan cambios entre las frecuencias de corte de 30 y 60 d, donde la tasa de digestión (Kd) fue más alta a la edad más temprana. En el forraje de tulipán no existen cambios en la Kd conforme la planta crece. De manera general, no se presentan cambios en la Kd entre frecuencias de corte evaluadas de morera y tulipán. Sin embargo, es importante destacar la alta digestibilidad que poseen estas especies a tiempos de incubación ruminal cortos, observándose niveles de 40 y 50% de digestión de MS a las 3 h en tulipán y morera, respectivamente, y también existen valores de degradación cercanos a 90% a 72 h de incubación en ambas especies (Cruz, 2005), su-

perando en buena proporción a las gramíneas tropicales, y se aproximan al nivel potencialmente digerible de los concentrados comerciales (Mata et al., 2006).

Otros autores confirman valores similares de digestibilidad a los reportados por Cruz (2005) en morera y tulipán (Mata et al., 2006; Kandylyis et al., 2009). En este sentido, Flores et al. (1998) señalan que un forraje es de excelente calidad si se encuentra en el intervalo de 75 y 90% de digestibilidad, categoría dentro de la cual se ubica el forraje de morera y tulipán.

Es importante destacar el efecto modulador de los taninos condensados en la DISMS en función del crecimiento de la planta (Delgado et al., 2007). Con base en lo anterior, el forraje de morera presenta una correlación negativa (Figura 1), entre la Kd de la MS y el contenido de TCT a los 60 y 120 d de rebrote; esto implica una disminución de la Kd cuando los TCT aumentan. Con respecto al tulipán, los datos se excluyen por no presentar correlaciones entre estas variables (Cruz, 2005). Este efecto fue documentado por Mupangwa et al. (2000) y Priolo et al. (2000), quienes mencionaron que los taninos condensados afectan la digestibilidad de la MS y materia orgánica a nivel ruminal; sin embargo, pueden proteger la proteína a su paso por el rumen liberando aminoácidos en el intestino, haciendo más efi-

Cuadro 2. Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) y tasa de digestión (Kd) en morera y tulipán cosechados a diferente frecuencia de corte

Frecuencia de corte, d	Horas de incubación							Kd
	3	6	9	12	24	48	72	
	%							
Morera								
30	40.9cd	47.8d	52.9de	64.0bc	74.5b	86.3b	88.1c	7.3a
60	42.7c	44.4d	46.4f	58.3d	71.1b	83.8b	90.4bc	4.5b
90	28.7c	47.7d	44.7f	63.9bc	74.8b	83.9b	87.9c	6.3ab
120	36.8d	48.5c	56.5cd	61.2c	74.7b	85.6b	91.2ab	5.0b
Tulipán								
30	50.2b	53.8c	61.7b	65.8b	77.0b	97.8a	91.7ab	5.5ab
60	42.9c	43.8d	49.4ef	55.9d	84.3a	86.2b	90.7bc	6.0ab
90	55.9a	59.1b	60.6bc	66.0b	76.6b	87.8ab	90.3bc	5.5ab
120	55.8a	67.6a	70.1a	84.4a	88.1a	90.9a	94.1a	6.0ab
C.V	3.3	3.2	3.0	1.5	3.2	1.6	1.1	11.9

a,b,c,d,e= Medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).
C.V.= coeficiente de variación, Kd= tasa de digestión (Cruz, 2005).

ciente su uso (Vasta y Luciano, 2011), fenómeno que ocurre con niveles cercanos a 2% de TCT, como los observados en morera y tulipán (Cuadro 2) (Cruz, 2005).

Comportamiento productivo de ovinos en pastoreo utilizando morera y tulipán cosechado a diferente edad de corte

La respuesta animal al suplementar con harina de morera y tulipán ha demostrado el potencial de estas arbustivas forrajeras como fuente de proteína para ovinos en pastoreo. En un primer acercamiento a estas evaluaciones, Mata et al. (2006) utilizaron harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) como suplemento ofrecido al 1.5% del peso vivo en corderos en pastoreo, en sustitución de concentrados comerciales, bajo las condiciones del estado de Tabasco. Los resultados (Cuadro 3) evidenciaron mayor consumo de suplemento a base de harina de tulipán durante el segundo y tercer mes de evaluación, propiciando que el consumo diario promedio (CDP) también fuera alto y similar al registrado con concentrado comercial; el CDP de la harina de morera resultó similar al de tulipán; por el contrario, la suplementación con cocoíte presentó el consumo más bajo. Asimismo, los altos consumos de concentrado y tulipán se relacionaron con mayor consumo de pasto (Cuadro 3).

Los corderos que recibieron harina de morera y tulipán presentaron ganancias de peso similares a las obtenidas con concentrado co-

mercial (Cuadro 4), y fue concluyente esta respuesta en la ganancia diaria promedio (GDP); en contraste, la menor respuesta se obtuvo con harina de cocoíte, registrándose una GDP similar a la observada en el grupo de corderos que basó su alimentación en el pastoreo.

La alta palatabilidad de los forrajes de morera y tulipán y su efecto en el aumento del consumo voluntario está documentado en rumiantes (Ruiz-Sesma et al., 2006; Ipharra-guerre y Villalba, 2010; Lamela et al., 2010) e incluso en no rumiantes (Lara et al., 2012; Casamachin et al., 2007; Estupiñán et al., 2009), incluyéndose en la dieta hasta 27 y 30% de tulipán y morera, respectivamente, sin afectar los parámetros productivos. González et al. (2012) mencionan que la inclusión de 30% de morera en la dieta no afecta los parámetros ruminales y, lejos de esto, optimiza la fermentación por el alto contenido de compuestos nitrogenados (Velázquez et al., 2011).

El contenido proteínico del forraje de morera y tulipán mejora el comportamiento productivo del animal (Ruiz-Sesma et al., 2006; Lamela et al., 2010) y permite obtener resultados similares a los observados con concentrados comerciales, como sucedió en la investigación conducida por Mata et al. (2006). Resulta de especial atención el comportamiento de los corderos suplementados con harina de cocoíte en el cual el consumo (Cuadro 3) y la ganancia de peso (Cuadro 4) fueron bajos y resultaron similares al grupo alimentado exclusivamente con pasto, explicándose por el elevado con-

Cuadro 3. Consumo de suplemento y de pasto estrella (g MS d⁻¹) en corderos pastando estrella africana suplementados con harina de arbustivas forrajeras tropicales (Medias de mínimos cuadrados ± error estándar)

	Tratamientos					C.V.
	T1	T2	T3	T4	T5	
Consumo promedio mensual de suplemento						
Mes						
1	0.0	181.6±7.6a	105.9±7.2bc	136.8±7.6b	156.2±7.2b	12.1
2	0.0	181.6±5.7a	80.9±5.4c	148.2±5.7b	173.4±5.4a	10.7
3	0.0	181.6±12.4a	106.4±11.9b	164.0±12.5a	172.0±11.8a	18.6
CDP	0.0	181.6±7.1a	97.7±6.7c	149.7±7.1b	167.2±6.7ab	11.0
Consumo de pasto estrella						
	789.1±31.2b	976.8±32.6a	796.1±31.3b	848.6±32.7b	941.8±31.3a	18.1

T1= Pastoreo en estrella africana; T2= T1 + Concentrado comercial (18% PC); T3= T1 + Harina de cocoíte; T4= T1 + Harina de morera; T5= T1 + Harina de tulipán.

CDP= Consumo diario promedio durante el período experimental.

a, b, c= Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes (p < 0.05).

Mata et al. (2006).

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso (g d⁻¹) en corderos pastando estrella africana, suplementados con harina de tres arbustivas forrajeras tropicales (Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar)

Mes	Tratamientos					C.V.
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	20.4 \pm 9.0c	77.4 \pm 9.4a	50.0 \pm 9.0b	53.8 \pm 9.5ab	78.4 \pm 9.0a	39.3
2	95.3 \pm 12.3a	129.6 \pm 12.9a	54.9 \pm 12.3b	113.5 \pm 12.9a	94.4 \pm 12.3a	30.9
3	30.6 \pm 10.0ab	47.9 \pm 10.5ab	39.6 \pm 10.0ab	25.7 \pm 10.5b	58.0 \pm 10.0a	38.3
GDP	46.1 \pm 5.9b	81.6 \pm 6.2a	48.1 \pm 5.9b	63.2 \pm 6.2ab	77.1 \pm 5.9a	22.9

T1= Pastoreo en estrella africana; T2= T1 + Concentrado comercial (18% PC); T3= T1 + Harina de cocoite; T4= T1 + Harina de morera; T5= T1 + Harina de tulipán. GDP= Ganancia Diaria Promedio durante el periodo experimental.

a, b, c= Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($p < 0.05$). Mata et al. (2006).

tenido de taninos condensados que presenta esta especie (Delgado y Cairo, 2008) en ciertas etapas fenológicas, que llegan a representar hasta 12% de la MS (Akinbode, 2010).

Con base en los antecedentes obtenidos por Mata et al. (2006), en los que se aprecia la ventaja del forraje de morera y tulipán como suplemento para corderos en pastoreo, en un segundo trabajo realizado por Obrador-Olán et al. (2007) en condiciones similares al anterior, se planteó determinar la frecuencia de corte óptima del forraje de morera y tulipán que permitiera mejorar el comportamiento productivo de corderos en pastoreo, cuando son suplementados con harina de estos forrajes (1.5% del peso vivo), cosechados a tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 d). En esta etapa se excluye la edad de corte de 30 d por propiciar baja sobrevivencia de las plantas por efecto de podas frecuentes.

Las evaluaciones del consumo de suplementos a base de harina de morera y tulipán cosechado a tres frecuencias de corte se presentan en el Cuadro 5. Al inicio del experimento los corderos del grupo que recibió tulipán de 60 d y concentrado mostraron los consumos más altos de suplemento y el tratamiento con morera de 90 d propició el consumo más bajo. Durante el segundo y tercer mes, el consumo fue similar entre tratamientos; solamente el grupo suplementado con morera de 90 d presentó consumos bajos. De manera general, el mayor consumo de suplementos se estimó con el uso de concentrado, morera de 60 d, tulipán de 60 d y morera de 120 d, lo cual se reflejó en el consumo diario promedio. La mayor contribución del pasto estrella al consumo de materia seca total (CMST) (Cuadro 5) se registró en los corderos que permanecieron sin suplementación, y el menor CMST se observó en los gru-

Cuadro 5. Consumo de materia seca de corderos en pastoreo suplementados con harina de morera y tulipán de diferente frecuencia de corte

Tratamientos	Consumo de suplemento por mes				
	1	2	3	CDP	CMST ¹
	g MS d ⁻¹				
P	0.0	0.0	0.0	0.0	1288.2a
P + C	191.6 \pm 11.1 ^a	300.4 \pm 11.9 ^a	300.7 \pm 8.4 ^a	264.3 \pm 7.2 ^a	830.1bc
P + M60	133.9 \pm 11.2bc	293.2 \pm 12.0ab	297.5 \pm 8.5 ^a	241.5 \pm 7.2bc	994.0b
P + M90	30.1 \pm 11.3d	91.6 \pm 12.0c	232.6 \pm 8.5b	118.1 \pm 7.3d	712.2c
P + M120	152.9 \pm 11.3b	276.4 \pm 12.0ab	286.7 \pm 8.6 ^a	238.7 \pm 7.3bc	609.4c
P + T60	164.3 \pm 11.8ab	293.2 \pm 12.6ab	302.8 \pm 8.9 ^a	253.4 \pm 7.6ab	837.0bc
P + T90	101.9 \pm 11.5c	261.9 \pm 12.2b	298.0 \pm 8.7 ^a	220.6 \pm 7.4c	800.5bc
P + T120	145.4 \pm 11.3b	294.4 \pm 12.0ab	286.0 \pm 8.6 ^a	241.9 \pm 7.3bc	961.1b
C V	16.9	9.1	5.9	6.3	17.1

a, b, c= medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$).

CDP= consumo diario promedio de suplemento. ¹ CMST= consumo de materia seca total incluye consumo de suplemento más el consumo de pasto. P= solo pastoreo, P + C= pastoreo más alimento comercial, P + M60= pastoreo más morera de 60 d, M90= pastoreo más morera de 90 d, P + M120= pastoreo más morera de 120 d, P + T60= pastoreo más tulipán de 60 d, P + T90= pastoreo más tulipán de 90 d, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 d, C.V.= coeficiente de variación. Obrador-Olán et al. (2007).

pos suplementados con morera de 90 y 120 d (Obrador-Olán et al., 2007).

Los incrementos de peso al suplementar con morera y tulipán a diferentes frecuencias de corte (Cuadro 6) se relacionaron con el consumo de suplemento. Los corderos que recibieron concentrado, morera de 60 d, tulipán de 90 d y tulipán de 120 d manifestaron las ganancias de peso más altas. Sin embargo, en la ganancia diaria promedio (GDP) solamente el grupo que recibió tulipán de 90 d reflejó potencial productivo frente a los demás suplementos que implicaron forraje de arbustivas. Por el contrario, el aporte de morera de 90 d propició la ganancia de peso más baja entre los grupos suplementados y resultó similar al grupo que consumió solamente pasto estrella (Obrador-Olán et al., 2007).

En función de los resultados obtenidos de consumo y ganancia de peso, los corderos que presentaron la mejor conversión alimenticia (CA) fueron los suplementados con morera de 120 d, tulipán de 60 y 90 d, igualando la eficiencia en CA observada en el grupo que recibió concentrado comercial (Cuadro 6) (Obrador-Olán et al., 2007).

Al hacer una relación de los resultados se aprecian situaciones de interés en torno a los forrajes de morera y tulipán. En el caso de morera cosechada a 120 d se observa la mejor respuesta en CA y es a esta edad cuando el contenido de taninos condensados es alto (Cuadro 1) (Cruz, 2005), propiciando una co-

relación negativa con la digestibilidad de la MS en rumen (Figura 1). Estos resultados sugieren un efecto de blindaje de la proteína por los taninos a su paso por el rumen, propiciando un uso más eficiente del nutriente (Vasta y Luciano, 2011) para el incremento de peso vivo y mejora de la CA.

Los resultados derivados de los trabajos descritos permiten concluir que existe variación en la respuesta productiva de corderos en crecimiento, al emplear harina de morera y tulipán de diferente frecuencia de corte, explicándose por variaciones en el contenido de proteína y por las diferentes concentraciones de taninos condensados que afectan el consumo y el metabolismo ruminal. Con base en lo anterior, el uso del forraje de morera y tulipán cosechados a 120 y 60 días, respectivamente, se sugieren como suplemento para corderos en pastoreo, en sustitución de concentrado comercial. Asimismo, es posible incrementar el nivel de suplementación de estos forrajes en la dieta de corderos en pastoreo para mejorar el comportamiento productivo.

Rentabilidad del uso de harina de morera y tulipán como suplemento para ovinos en pastoreo

Un estudio conducido por Hernández (2005) evaluó la rentabilidad del uso de harina de forraje de morera y tulipán como sustituto de concentrados comerciales en la suplementación de corderos en pastoreo a un nivel de inclusión

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso ($g\ d^{-1}$) y conversión alimenticia de corderos en pastoreo suplementados con harina de morera y tulipán de diferente frecuencia de corte

Tratamiento	Mes				
	1	2	3	GDP, $g\ d^{-1}$	CA
P	21.7±9.9c	89.4±7.2cd	118.8±6.0be	76.5±4.3de	17.2±1.2 ^a
P + C	109.5±9.9 ^a	144.5±7.2 ^a	141.4±6.0 ^a	131.6±4.3 ^a	6.2±1.2c
P + M60	48.7±10.0bc	101.7±7.3bc	121.1±6.0bd	90.5±4.3c	11.0±1.2b
P + M90	21.3±11.4c	80.3±7.3d	87.3±7.0g	65.6±4.3ef	11.2±1.2b
P + M120	45.7±10.1bc	109.0±7.3bc	113.4±6.0def	89.3±4.3c	7.0±1.2c
P + T60	62.7±10.4b	117.0±7.6b	97.1±6.3fg	91.9±4.5c	8.8±1.3bc
P + T90	72.4±10.2b	118.8±7.4b	133.5±6.1ab	107.9±4.4b	7.2±1.2c
P + T120	20.7±10.1c	116.5±7.3b	122.7±6.0bd	86.6±4.3cd	11.3.0±1.2b
CV	38.7	13.2	10.1	9.3	2.6

a, b, c= medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$). P= solo pastoreo, P + C= pastoreo más alimento comercial, P + M60= pastoreo más morera de 60 d, M90= pastoreo más morera de 90 d, P + M120= pastoreo más morera de 120 d, P + T60= pastoreo más tulipán de 60 d, P + T90= pastoreo más tulipán de 90 d, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 d, GDP= ganancia diaria promedio, CA= conversión alimenticia, C.V.= coeficiente de variación. Obrador-Olán et al. (2007).

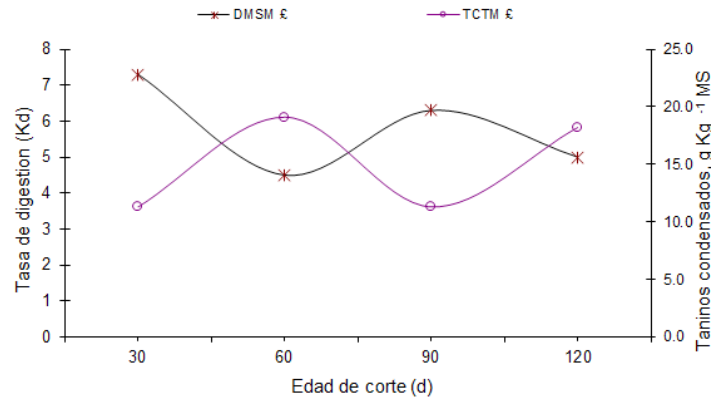


Figura 1. Correlación entre tasa de digestión y taninos condensados en morera, cosechada a cuatro edades de corte. ϵ = Indican correlación entre TCTM y DMSM ($r = -0.8345$), DMSM= tasa de digestión de materia seca en morera, TCTM= taninos condensados totales en morera (Cruz, 2005).

de 1.5% del peso vivo. Para el análisis de rentabilidad se utilizaron datos de producción de biomasa comestible de las edades de corte de 120 y 60 días para morera y tulipán, respectivamente, obtenidos por Cruz (2005), ya que fueron las edades de corte que propiciaron la mejor respuesta animal al suplementar corderos en pastoreo (Obrador-Olán et al., 2007).

Los resultados del estudio de rentabilidad que presenta Hernández (2005) permiten determinar una amplia diferencia económica entre el costo por kilogramo de los suplementos evaluados (Cuadro 7); de esta manera, y bajo las condiciones de este estudio, el precio por kilogramo de harina de morera y tulipán representan solamente 38.8 y 42.8% (\$0.97 y 1.07, respectivamente) del costo establecido para el concentrado comercial (\$2.50). El haber suplementado corderos en pastoreo con concentrado comercial resultó 257.7 y 233.6% más caro que ofrecer harina de morera o tulipán, respectivamente, cuando se ofrecen al mismo nivel (1.5% del peso vivo) y se obtienen ganancias diarias de peso similares. Asimismo, al analizar la re-

lación beneficio/costo (RBC) (Cuadro 7) de los suplementos evaluados, se determina mayor utilidad, con una rentabilidad de 43, 38 y 34% con morera, tulipán y concentrado comercial, respectivamente, lo cual sugiere el empleo de estas arbustivas como suplemento en sustitución del concentrado comercial.

No se encontró información en la literatura que estime la RBC con el uso de tulipán; sin embargo, la harina de morera ha demostrado alta factibilidad económica en la alimentación de aves en crecimiento cuando se incluye al 5% de la dieta (Casamachin et al., 2007), y en cerdos cuando representa 18 y 24% del consumo, relacionándose con una RBC de 1.71 en ambos casos (Estupiñán et al., 2009). En ganado lechero se reporta una RBC de 3.6 cuando la vaca tiene libre acceso a una plantación de morera y leucaena. Los resultados reportados en la literatura indican que, a medida que se incrementa el nivel de forraje de arbustivas en la dieta, la RBC también incrementa. No obstante, el uso de harina de morera y tulipán en la alimentación de ovinos presenta un desempeño productivo y económico favorable.

CONCLUSIONES

Los datos analizados en esta revisión evidencian la factibilidad de uso de los forrajes de morera y tulipán en la alimentación de ovinos en pastoreo. A pesar de las variaciones observadas en la producción de biomasa comestible y la composición química de los forrajes analizados durante su crecimiento, se sugiere el

Cuadro 7. Costo de producción de suplementos y relación beneficio-costo por suplementar con morera, tulipán o concentrado a corderos en pastoreo

Suplemento	Costo de producción \$ kg ⁻¹	Conversión alimenticia ³	Relación B/C
Morera ¹	0.97	11.0	1.43
Tulipán ²	1.07	7.2	1.38
Concentrado	2.50	6.2	1.34

¹Cosechada a 60 días de rebrote. ²Cosechada a 90 días de rebrote. ³El suplemento se ofreció al 1.5% del PV del animal. B/C= Relación beneficio/costo (Hernández, 2005).

uso de morera y tulipán cosechados a 60 y 90 días, respectivamente, como suplemento para corderos en pastoreo, en los que se pueden obtener resultados similares a los obtenidos con concentrado comercial. Es importante destacar que la presencia de taninos en morera y tulipán es baja en las diferentes edades de corte y no representa un problema metabólico a nivel ruminal; en cambio, puede proteger la proteína a su paso por el rumen. Otras evaluaciones deberán contemplar cantidades crecientes de harina de estas arbustivas para determinar el nivel óptimo de inclusión en la dieta de ovinos en pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el financiamiento otorgado a través del proyecto CONACYT 42275-Z para la realización de este trabajo. También se agradece a la Fundación Produce Tabasco, A.C., y a la LPI 11, Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquera del Colegio de Postgraduados, por el apoyo económico parcial para culminar esta investigación.

REFERENCIAS

Akinbode, O.A. (2010). Evaluation of antifungal efficacy of some plant extracts on *Curvularia lunata*, the causal organism of maize leaf spot. *African J. Environmental Sci. Tech.* 4(11): 797-800.

Benavides, J. (2001). Utilización de la morera (*Morus alba*) en sistemas de producción animal. In: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Recuperado en agosto 2014. Proviene de <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/13doc>.

Bolio O., R.E., Lara, L.P.E., Magaña, M.M.A. y Sanginés, G.J.R. (2006). Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Tec. Pec. Méx.* 44(3):379-388.

Casamachin, F.M.L., Ortiz, D. y López, F.J. (2007). Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. *Cienc. Agropec.* 5(2): 64-71.

Cruz, H.A. (2005). Contenido de taninos y valor nutricional del forraje de Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), cosechados a cuatro frecuencias de corte. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México. 68 pp.

Cruz, H.A., Hernández, G.A., Enríquez, Q.F., Gómez, V.A., Ortega, J.E. y Maldonado, G.M. (2011). Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido 36061*) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 2(4):429-443.

Delgado, D.C., González, R., Galindo, J., Cairo, J. y Almeida,

M. (2007). Potencialidad de *Trichanthera gigantea* y *Morus alba* para reducir la producción ruminal de metano in vitro. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 41(1): 339-341.

Delgado, D.C. y Cairo, J. (2008). Degradabilidad ruminal del follaje de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* en búfalos de río y toros cebú. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 42(4) 375-379.

Domínguez, A. y Téllez, E.R. (2001). Comportamiento inicial de dos especies de morera en fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes.* 24: 203-209.

Elizondo-Salazar, J.A. (2007). Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. *Agronomía Mesoamericana.* 18(2) 255-261.

Elizondo-Salazar, J.A. (2010). Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. *Pastos y Forrajes.* 33(3):43-51.

Estupiñán, K., Vasco, D. y Torres, E. (2009). Evaluación de harina de forraje de morera (*Morus alba*) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento. *Rev. Tecnol. ESPOL-RTE.* 22(1):81-87.

Flores, O., Bolívar, D., Botero, J. y Ibrahim, M. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.* 10:1- 6.

González, N., Galindo, J., Aldana, A.I., Moreira, O., Sarduy, L.R., Abdalla, L.A. y Regina, S.M. (2012). Evaluación de diferentes variedades de morera (*Morus alba*) en el control de la metanogénesis en líquido ruminal de búfalos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 44 (1):155-157.

Gurbuz, Y. (2009). Efectos del contenido de taninos condensados de algunas especies de leguminosas en la emisión de gas metano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 43: 264-272.

Hernández, M.G.I. (2005). Rentabilidad de la producción del forraje de Morera y Tulipán cosechados a cuatro frecuencias de corte. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Tabasco. Villa Ocuilzapatlán, Centro, Tabasco. 61 pp.

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M. y Hoskin, S.O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22(6):253-261.

Ipharraguerre, I.R. y Villalba, J.J. (2010). Diet palatability influences the feeding behavior of sheep. *J. Anim. Sci.* 88 (Suppl. 2):790.

Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, O., Ozay C.O., Ozkan y Sakarya, M. (2004). Chemical composition and in vitro gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. *Livestock Res. Rural Development.* 16(6):69-72.

Kandylyis, K., Hadjigeorgiou, I. y Harizanis, P. (2009). The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep. *Trop. Anim. Health. Prod.* 41(1):17-24.

Lamela, L., Soto, R.B., Sánchez, T., Ojeda, F. y Montejo, I. (2010) Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. *Pastos y Forrajes.* 33(3):73-81.

Lara, L.P.E., Bolio, R.E., Magaña, M.M. y Sanginés, G.J.R. (2006). Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Téc. Pec. Méx.* 44 (3):379-388.

Lara, P.E., Itzá, M.F., Sanginés, J.R. y Magaña, M.A. (2012). *Morus alba* o *Hibiscus rosa-sinensis* como sustituto parcial de soya en dietas integrales para conejos. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 16: 9-19.

Larbi, A., Anyanwu, N., Oji, U., Etela, I., Gbaraneh, L.D. y Ladipo, D.O. (2005). Fodder yield and nutritive value of browse species in west African Humid tropics: Response to age of coppice regrowth. *Agroforestry Systems.* 65: 197-205.

- Larraín, R.E., Schaefer, D.M., Richards, M.P. y Reed, J.D. (2008). Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum or a mix of both: Color and lipid oxidation in beef. *Meat Sci.* 79:656-665.
- López, J., Tejada, I., Vázquez, C., De Dios, G. y Shimada, A. (2004). Condensed tannins in Sumid tropical fodder crops and their *In vitro* biological activity part 1. *J. Sci Food Agric.* 84: 295-299.
- López, H.M.A., Rivera, L.J.A., Ortega, R.L., Escobedo, J.G., Magaña, M.M.A., Sanginés, G.J.R. y Sierra, V.A.C. (2008). Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Téc. Pec. Méx;* 46 (2): 205-215.
- Macías, C.U., Avendaño, R.L., Álvarez, V.F., Torrentera, O.N., Meza, H.C., Mellado, B.M. y Correa, C. (2013). Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 4(1):1-12.
- Maldonado, M., Grande, D., Aranda, E. y Pérez-Gil, F. (2000). Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México. Memoria. IV Taller internacional silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical", tomo I. Estación Experimental de Pasto y Forraje "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp. 135-139.
- Martín, G., Hernández I., García J., Sánchez E. y Benavides, J. (2000). Estudio del efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la biomasa en Morera (*Morus alba*). en: Memorias del Primer Taller Internacional de Morera. Estación experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Memorias en CD.
- Martín, G.J., Noda, Y., Pentón, G., García, D.E., García, F., González, E., Ojeda, F., Milera, M., López, O., Ly, J., Leiva, L. y Arecel, J. (2007). La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes.* 30(5): 34-41.
- Martínez, P.J., Jiménez, S.L., Herrera, H.J., Valtierra, P.E., Sánchez, L.E. y López, R.M. (2011). Ganadería ovino-caprina en el marco del programa de desarrollo rural en Baja California. *Universidad y Ciencia.* 27(3):331-344.
- Mata, E.M.A., Hernández, S.D., Cobos, P.M.A., Ortega, C.M.E., Mendoza, M.G.D. y Arcos, G.J.L. (2006). Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de Cocoíte (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Revista Científica, FCV-LUZ.* 16(3): 249-256.
- Meléndez, N.F. (2001). Densidad de siembra y frecuencia de corte de *Gliricidia sepium* "Cocoíte" sembrado por semilla. Memoria. II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Villahermosa, Tabasco. Memoria en CD.
- Meléndez, N.F. y Cordero, A.J.C. (2001). Producción de forraje de dos variedades de *Morus spp* a diferentes frecuencias de corte en Tabasco. Memorias. II Reunión Nacional de Sistemas Agro y Silvopastoriles. Villahermosa, Tabasco, México. Memoria en CD.
- Mesa, A.R., Hessein, S. y García, D.E. (2005). Efecto del Liplant en el rendimiento de materia seca de *Morus alba*. *Pastos y Forrajes.* 28(2): 141-147.
- Mullen, B.F., Gabunada, B.F., Shelton, H.M. y Stür, W.W. (2003). Agronomic evaluation of Leucaena. Part 2. Productivity of the genus for forage production in subtropical Australia and humid-tropical Philippines. *Agroforestry Systems* 58:93-107.
- Mupangwa, J.F., Acamovic, T., Topps, J.H., Ngongoni, N.T. y Hamudikuwanda, H. (2000). Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83:139-144.
- Noda, Y., Martín, G. y García, D. (2005). Efecto de la altura y la frecuencia de defoliación en la producción y la calidad de la biomasa de *Morus alba* (Linn). *Pastos y Forrajes.* 28(2) 133-140.
- Obrador-Olán, P.V., Hernández-Sánchez, D., Aranda-Ibáñez, E.M., Gómez-Vázquez, A., Camacho-Chiu, W. y Cobos-Peralta, M. (2007). Evaluación de los forrajes de Morera *Morus alba* y Tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* a diferentes edades de corte como suplemento para corderos en pastoreo. *Universidad y Ciencia.* 23 (2):115-125.
- Pinto-Ruiz, R., Hernández, D., Gómez, H., Cobos, M.A., Quiroga, R. & Pezo, D. (2010). Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia.* 26(1): 19-31.
- Priolo, A., Waghorn, G.C., Lanza, M., Biondi, L. y Pennisi, P. (2000) Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *J Anim. Sci.* 78:810-816.
- Ríos, R.F., Bernal, B.H., Cerrillo, S.M.A., Estrada, A.A., Saúl, J.R.A., Francisco, O.J. y Portillo, L.J. (2012). Características de la canal, rendimiento en cortes primarios y composición tisular de corderos Katahdin x Pelibuey alimentados con garbanzo de desecho. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 3(3):357-371.
- Ruiz-Sesma, D.L., Lara, P.E., Sierra, A.C., Aguilar, E., Magaña, M.A. y Sanginés, J.R. (2006). Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootec. Trop.* 24(4):467-482.
- Sanginés, G.J., Lara, L.P., Rivera, L.J., Pinzón, L.L. y Ramos, T.O. (2000). Avances en los programas de investigación en morera (*Morus alba*) en Yucatán. Centro de Investigación y Graduados Agropecuario. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 2. Conkal, Yucatán, México. pp. 23-40.
- Srivastava, S., Kapoor, R., Thathola, A. y Srivastava, R.P. (2006). Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 57(5):305-313.
- Vasta, V. y Luciano, G. (2011). The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Res.* 101:150-159.
- Velázquez, A.J., González, M., Perezgrovas, R., Bórquez, J. y Domínguez, I. (2011). Production, digestibility and cost/benefit of lamb's diets including *Acacia farnesiana* pods. *Arch. Zootec.* 60(231):479-488.