

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE ALGUNAS LEÑOSAS FORRAJERAS NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF SOME WOODY FODDER PLANTS

^vJorge Aguirre Ortega[†]

Cuerpo Académico Biotecnología y Producción Animal, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Este es el último artículo enviado por Jorge Aguirre, y en agradecimiento por el apoyo desinteresado a esta revista, publicamos lo que en su vida profesional más le interesó, el Sistema Silvopastoril. Hasta pronto Jorge.

RESUMEN

La integración de árboles en los potreros, presenta una opción para mejorar la productividad y sustentabilidad de la ganadería. Con el uso de sistemas silvopastoriles, se logran indicadores importantes de carne y leche en sitios de México y resto de Latinoamérica. El trópico seco requiere alternativas alimenticias como el silvopastoril para enfrentar el periodo de secas.

Palabras clave: animal, plantas, alimento.

ABSTRACT

Integration of trees in paddocks is an option to improve the productivity and sustainability of livestock. With use of silvopasture systems are achieved important indicators of meat and milk in parts of Mexico and the rest of Latin America. The dry tropical requires feeding alternatives such as silvopastoral systems to confront the drought period.

Keywords: animal, plant, feeding.

INTRODUCCIÓN

La región tropical brinda oportunidades mediante la implementación de técnicas sostenibles, los sistemas silvopastoriles o también llamada la Agroforestería de producción pecuaria sustentable, de impacto internacional principalmente en Centro y Suramérica ha alcanzado incrementos substanciales en la producción de carne y leche, la reducción del uso de concentrados, fertilizante, la consecuente recuperación del

^vJorge Aguirre Ortega[†] Dirección de Fortalecimiento a la Investigación, Secretaría de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura Amado Nervo. Tepic, Nayarit, México. jorgea@nayar.uan.mx

Recibido: 19/03/2013. Aceptado: 30/05/2013.
Identificación del artículo: abanicoveterinario3(3):42-51/0000041

suelo y mantos freáticos; ofrecen la sostenibilidad de los rumiantes en trópico seco con el uso asociado de leñosas y pastos (Murgueitio *et al.*, 2012). La expectativa silvopastoril es por la ventaja de reducir la degradación del suelo, conserva por más tiempo la humedad, los árboles y arbustos establecen una temperatura benéfica al animal, se disminuye la escorrentía y erosión, las leguminosas producen alimento en cantidad y calidad en la época seca cuando otras especies declinan; en conjunto se favorece la reducción y emisión de gases efecto invernadero (metano), se promueve la biodiversidad y mayor rendimiento animal en pastoreo (Ruiz y Febles 2003). La asociación de leguminosas arbustivas como *Leucaena leucocephala* y pastos en un procedimiento de silvopastoreo promovido en el área tropical universal, los beneficios del sistema en la producción animal de rumiantes es acentuada, influye en la fertilidad y estructura del suelo, ambiente ecológico y oferta de alimento en cantidad y calidad (Gómez *et al.*, 2004). En sistemas silvopastoriles de multipropósito como el cocotero, la producción de frutales complementa la economía resultante de la ganadería, se emplean pastos asociados a leguminosas u otras leñosas sobresalientes de alto valor forrajero para incrementar la producción animal, que al compararse con sistemas de monocultivo (solo pasto) éstos tienen un bajo comportamiento productivo (Palma, 2006).

La integración de árboles en los potreros presenta una opción para mejorar la productividad y sustentabilidad de la ganadería; estudios recientes han mostrado la capacidad de los árboles dispersos en potreros para mejorar la productividad animal, reduciendo el estrés calórico de los animales, se disminuye el tiempo que los animales ocupan descansando en la sombra, se aumenta el tiempo que pastoreo y el consumo de materia seca aumenta (Galindo *et al.*, 2003). A la fecha la mayoría de los sistemas silvopastoriles existentes basan su productividad en pocas especies, podríamos nombrar al Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Catispa (*Gliricidia sepium*), como las más importantes hasta el momento. Debemos considerar que existe una gran diversidad de especies con gran capacidad de adaptación a condiciones tropicales. Entre otras, resaltan por su gran versatilidad de adaptación y productividad: la guácima (*Guazuma ulmifolia*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), La Moringa (*Moringa oleifera*), el Guamuchil (*Pithecellobium dulce*), entre otros., presentan una relación de especies arbóreas con potencial forrajero y que proporcionan una gran diversidad de servicios y productos. Cabe mencionar que la mayoría de ellas son especies leguminosas, lo cual les confiere características particulares como la incorporación de nitrógeno al suelo y que pueden ser incorporadas en pasturas degradadas para la recuperación de suelos (Gutiérrez *et al.*, 2009).

Por otra parte Sánchez (2010), reafirma que la composición del árbol-pasto tiene efectos explicativos en la diversidad biológica: protección al suelo, reciclaje de nutrientes y resguardo de nacimientos hídricos, contribuye a remediar impactos ambientales negativos de la ganadería: (erosión, compactación del suelo, contaminación del agua, pérdida de hábitats), lo que está siendo aceptado por

productores en regiones latinoamericanas y otros países. La acción planificada del ecosistema silvopastoril recupera el recurso agua, en bosque nuboso natural sin explotación a 2600-2800 msnm fue recuperada fuente de agua de 7,600 m³/ha-1, y la extracción de 20-30% del área basal de troncos permitió la captación de 9,300 y 10,500 m³ ha-1, respectivamente (Ibrahim et al., 2007).

Asimismo es importante estudiar las sustancias anti-nutricionales para detectar problemas de aceptabilidad y consumo por el ganado. El follaje de madero negro o *Erythrina*, donde se ha detectado limitaciones de consumo cuando el follaje es joven y de mayor DIVMS (Benavides, 2003).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Una de las maneras de identificar especies con potencial forrajero es mediante la observación de las preferencias de los animales en pastoreo o ramoneo. En estudio con cabras en un bosque tropical húmedo se encontró que de 84 especies consumidas por lo menos una vez, nueve de ellas representaron el 54% del total de bocados de los animales. Durante los meses de lluvia predomina la selección de plantas herbáceas y durante la sequía, los arbustos constituyen el principal componente de la dieta, asimismo es diferente la fracción de la planta que es consumida por los animales (Araya et al., 1993).

Para que un árbol o arbusto sea clasificado como forrajero, debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, de producción y versatilidad agronómica sobre otros forrajes tradicionales, y los requisitos para la valoración son: a) que el consumo de los animales sea adecuado para ver cambios en parámetros de respuesta, b) el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal, c) tolerante a la poda, y d) un rebrote vigoroso para niveles significativos de rendimiento de biomasa por unidad de área. En zonas tropicales de América Latina y el Caribe, las leguminosas son manejadas como suplemento proteico para rumiantes y existe la tendencia de búsqueda de nuevas fuentes de proteína arbórea, y ante el aumento de necesidades de forraje y la menor calidad del recurso más disponibles, que son los pastos, éstos demandan ser suplementados con fuentes nitrogenadas, donde los árboles forrajeros desempeñan un papel específico (Clavero, 1998; Zamora al., 2001).

La mayoría de las especies arbustivas estudiadas han mostrado contenidos de PC muy superior a los pastos tropicales; por la calidad destacan especies de euforbiáceas nativas como son: chicasquil ancho (*Cnidocolus acotinifolius*) y chicasquil fino (*C. chayamansa*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*), cuyo follaje también es consumido por el humano (Benavides, 2011). También sobresalen otras especies arbustivas con niveles de proteína bruta superior al 20% y Digestibilidad in vitro de la materia seca mayor a 70% de las especies morera (*Morus alba*) e higuera (*Ficus spp*), dos

malváceas la amapola (*Malvaviscus arboreus*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), y tres especies de la familia Asteraceae: chilca (*Senecio* sp.), tora blanca (*Verbesina turbacensis*) y tora morada (*V. myriocephala*). El contenido nutrimental está influido por la edad del rebrote, el componente y su posición en la rama. El follaje de la leguminosa poró (*Eythrina poeppigiana*) en el trópico se ha observado variaciones en los niveles de PC y DIVMS de las fracciones de la biomasa, se asume que está relacionado con edad que tiene cada fracción en la rama (Mendizábal *et al.*, 1993).

La especie mayor estudiada es el Guaje (*Leucaena leucocephala*), fuente de proteína barata, tolerante a sequía y promueve alto rendimiento de biomasa en distintos ecosistemas. *L. leucocephala* su amplia distribución y propagación en clima tropical está influenciada por la temperatura, textura y pH del suelo, en sitios desde el nivel del mar hasta 1500 m, precipitaciones de 400 a 1,500 mm anuales, adaptación a suelos: arenoso, arcilloso y pedregoso de diferente topografía, sin prosperar en suelos anegados, bajo temporal o riego; ha sido calificado el “árbol milagro” del trópico, tema de libros y publicaciones con amplia bibliografía en talleres nacionales e internacionales, desde los setenta a los 80 en Cuba se obtuvo un resultado productivo y fisiológico con esta leguminosa (Delgado *et al.*, 1996). La leucaena es originaria de México y Centroamérica, planta arbustiva, en ocasiones se halla como árbol nativo, tiene hojas bipinadas, de 4-9 pares de pinas en largo raquis de 15-20 cm de largo, cada pina entre 10-17 pares de foliolos, inflorescencia blanca de 100-180 flores, vainas de 20 cm y 2 cm de ancho con 15-25 semillas. En regiones de México, el humano consume el follaje tierno como verdura, en otras zonas es utilizado para alimentar animales, mejorador del suelo y cortina rompevientos, como leña ó madera para la construcción. *L. leucocephala* produce más de 14 kg MS de follaje por árbol adulto, con valor de PC de 24% y alrededor de 50% de digestibilidad *in vitro*, la sitúan como excelente suplemento para completar la dieta a base de pasto. El Guaje tiene otros nombres comunes: kao haile (Hawai), leucaena (Australia), ipil-ipil (Filipinas), lead tree (Caribe), tan-tan (Islas vírgenes), jumbie bean (Bahamas), acacia bella rosa (Colombia), aroma blanca (Cuba), hediondilla (Puerto Rico), wild tamarind (Antillas Británicas), y guaje, huaje, huaxin, guaxi, hoaxin, huassi, oaxin, guacis, uaxi, hoatzin en México (Reyes, 2006). La aceptabilidad y alto consumo de la *Leucaena* ha contribuido en su empleo como follaje y en pastoreo, este género con amplio número de especies, algunas con desconocimiento del consumo por los animales, pero con la composición nutricional alta para ovinos y bovinos. Su valor nutritivo alto varía fundamentalmente con la edad, estructura del ramaje, manejo de la planta, selección aparente de los animales para su consumo, con un efecto destacado de la variabilidad genética entre ecotipos, y entre plantas de una misma variedad (Faint *et al.*, 1998).

Al hacer una comparación de dos sistemas silvopastoriles intensivos en México, se evaluó el desarrollo y rendimiento de dos especies de *Leucaena* (*L. leucocephala* y *L. glauca*) asociadas al pasto *B. brizantha* (Bb) y la leguminosa herbácea *Clitoria ternatea*

(Ct). Los ovinos tuvieron un consumo de MS similar, no así en la ganancia de peso, se duplicó al utilizar *L. leucocephala*; el resumen del sitio experimental de Nayarit destaca a *L. glauca* en altura y diámetro y *L. leucocephala* es sobresaliente, se incrementó la biomasa de 1.6 a 4.8ton/ha MS en la triple asociación; la pérdida de *L. glauca* y *C.ternatea* en sitios de saturación de agua; el nivel proteico mayor en relación de leguminosagramínea (38% mayor que el testigo del monocultivo pasto); igual tendencia en consumo de MS de corderos Pelibuey (3.7 y 2.8kg/MS/día), y la ganancia diaria de 100 y 50g/animal/día. Los ovinos tuvieron un consumo de MS similar, no así en la ganancia de peso, se duplicó al utilizar *L. leucocephala* (Aguirre *et al.*, 2011). En Colima México se valoró el establecimiento *L. leucocephala* con poblaciones de 40, 60, y 80 mil plantas/ha bajo cocotero (*Cocus nucifera*), asociado al pasto cubano (*Penisetum purpureum* cv. CT-115), se define que la alternativa del establecimiento de *L. leucocephala* en alta densidad y pasto es una estrategia exitosa para desarrollar la productividad de los rumiantes. El tratamiento de 80 mil plantas/ha tuvo mayor peso seco de hojas, tallos, planta completa, y biomasa (49.54, 23.06, 72.61 g/planta y 6,159 kg/ha; la producción láctea/vaca/día fue ($P<0.001$) en 60 y 80 mil (7.3 y 7.0 kg/día vs. 6 kg monocultivo) en Aguirre *et al.* (2011). También los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) contribuyen a que la actividad ganadera reduzca sus emisiones de GEI, a través de la captura de carbono en biomasa de árboles y en el suelo, debido al aumento de la cobertura vegetal y a la disminución de los procesos de deforestación; adicionalmente al contar con pastos y forrajes de mayor calidad nutricional (hojas de árboles, componente herbáceo de zacates y otras hierbas) se reduce significativamente las emisiones de metano a la atmosfera, debido a un proceso fermentativo más eficaz a nivel mundial, e indirectamente por la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, pesticidas y otros insumos. Los SSPi permiten reducir las emisiones, ya que promueven una mejor productividad animal, lo que mejora el balance entre la superficie utilizada y Kg de CO₂, a mayor productividad es lo que redundo en menores emisiones por unidad de producto y una mayor eficiencia a lo largo de la cadena productiva en términos de CO₂ (Murgueitio *et al.*, 2012).

La Morera (*Morus alba*), Las especies de morera pertenecen al género *Morus*, familia Moraceae, Orden Urticales, Subclase Dicotiledónea, Clase Angiosperma y División Spermatophyta. Son plantas leñosas perennes, de porte bajo a medio, semicaducifolias en las condiciones del trópico, de rápido crecimiento, monoica o dioica, y con un sistema radical profundo (Aguilar, 2000). Árbol tradicional para la producción de seda, el rango climático es: temperatura 18-38°C, precipitación de 600-2500 mm, fotoperíodo de 9-13 horas/día, humedad relativa de 65-80%; se cultiva del nivel de mar a 4000 m de altitud, se reproduce por semilla, estaca, podo e injerto. El follaje tiene alto contenido de PC y digestibilidad in vitro de MS, referencias en PC (15-25%), DIVMS (75-90%), calidad igual o mayor que concentrados comerciales, el tallo verde posee 7-14% de PC, y 56-70% de DIVMS; la PC de hoja muestra la digestibilidad in vivo de 90%, alto contenido de nitrógeno, potasio y calcio de la hoja en (3.35, 2.0, y 2.5%), respectivamente (Espinoza, 1996). En sitios de barbecho y bosque del subtrópico húmedo de Guatemala, se ha reportado alto consumo cuando se suministra el follaje

como un suplemento a animales en pastoreo; sin embargo el mayor consumo alcanzado ha sido con el follaje de Morera, lográndose niveles superiores al 3.5% del peso vivo en base seca en dietas a base de pastoreo de zacates, el ensayo tuvo un consumo total superior al 5% del PV. Resultados similares se han reportado al emplear la planta completa de Morera, dándose niveles de consumo superior al 5% respecto al peso vivo en corderos Pelibuey, queda de manifiesto que el uso de arbóreas y/o arbustivas es una opción en la alimentación animal, al igualar o superar la calidad de concentrados comerciales (Pacheco, 2004).

Benavides (2011), afirma que forrajes de mayor nivel de proteína bruta y Digestibilidad in vitro de la materia seca se ha logrado la mayor producción de leche de cabras, se observó una respuesta significativa en dietas a base de pasto y proporcionando niveles crecientes del follaje de la leguminosa *Leucaena* y la arbustiva Morera, donde se tuvo un rendimiento creciente de leche, lográndose una producción superior a 2.2 y 2.6 kg/an/día, respectivamente, lo que refleja la ventaja de la suplementación de otros forrajes de calidad, respecto al uso de solo zacates. En toretes criollos Romosinuano con una dieta a base del pasto *Pennisetum purpureum*, se tuvieron aumentos diarios de peso con el uso de solo el pasto de: 400, 690, 940 y 950 g/animal/día, y suplementando las dietas del follaje de pasto con niveles crecientes de Morera, los aumentos fueron: 0.400, 0.900, 1.710, y 2.110 g diarios del PV, respectivamente; el estudio obtuvo una relación de beneficio/costo de 0.10, 1.11, 1.18, y 0.97 para cada nivel de ganancia de peso, proporcionalmente (González, 1996). Oviedo (2005), al comparar el follaje de Morera con el concentrado como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo una producción de leche similar (13.2 y 13.6 kg/an./día, respectivamente) para cada suplemento en igual nivel de consumo de MS (1.0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11.3 kg/an./día); el uso de Morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche, y si mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado (US\$3.29 vs. 2.84, respectivamente). Esquivel *et al.* (1996), al sustituir el 0, 40 y 75% del concentrado por follaje de Morera, tampoco encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la producción láctea (14.2, 13.2 y 13.8 kg/an./día, respectivamente) en vacas Holstein en pastoreo, y sin efecto en la calidad de la leche; además al analizar el costo de alimentación, el ingreso neto por animal fue 11.5% superior con el nivel máximo de Morera que el obtenido con concentrado. De los problemas más graves de la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad del pasto durante el estiaje. Una alternativa es producir forraje durante el período de lluvia para utilizarlo luego como ensilaje en la época de sequía. El ensilaje normalmente se realiza con gramíneas tropicales que contienen alto nivel de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que llega a afectar la fermentación dando como resultado un material de baja calidad. Sin embargo la poca fibra y alto nivel de carbohidratos del follaje de Morera puede ensilarse sin aditivos, manifestándose un patrón láctico de fermentación, con escasa pérdida en PC (entre 16 y 21%) y sosteniendo entre un 66 y 71% de DIVMS, parámetros superiores al de ensilaje de forrajes tropicales (Vallejo, 2005). Esquivel *et al.* (1996), al utilizar ensilaje sin aditivos de planta integral de Morera como suplemento a toretes confinados alimentados con dieta a base del pasto elefante, se obtuvo una ganancia de peso mayor a 600 g/an/día

con el consumo de Morera de 1.1% del PV en BS. Por otra parte Vallejo (2005), empleando ensilaje de Morera como dieta única en cabras, obtuvo un consumo del 5.0% del PV y el rendimiento de 2.0 kg/an/día de leche.

La Guácima (*Guazuma ulmifolia*), de porte pequeño a mediano alcanza hasta 15 m de altura, copa redonda y extendida, tronco torcido y ramificado, hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas, flores pequeñas y amarillas en panículas en la base de hojas, fruto en cápsula verrugosa y elíptica, negro cuando maduros y mucha semilla pequeña, crece en zona cálida, temperatura media de 24°C, 700-1500 mm de precipitación/año, desde nivel de mar a 1200 msnm, suelo de textura liviana a pesada, drenaje, pedregoso, pH superior a 5.5, el potencial forrajero de *G. ulmifolia* en silvopastoreo se estima de 10-12 ton/ha/año de materia seca, mayor que la de monocultivo de pasto; las hojas y frutos de *G. ulmifolia* son palatables y nutritivos al ganado, las hojas tienen el 17% de PC y digestibilidad in vitro (DIV) de 40-60% (Pezo, 1982).

El Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Es una planta herbácea de 1.5 a 4.0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo y 4 a 20 cm de ancho. Presenta 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud (Pinto *et al.*, 2008). Tiene amplio rango de adaptación, tolera acidez y baja fertilidad del suelo, capacidad productiva de biomasa, rápido crecimiento, baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. Las características nutrimentales importantes son la composición del follaje (g/kg) de PC es 42%, proteína soluble 40.2%, carbohidratos solubles 7.6%, almidón 172.7%, azúcares totales 39.8%, azúcares reductores 35.0%, pared celular (FND) 353.3%, lignocelulosa (FAD) 304.8%, extracto etéreo 14%, materia orgánica 785.9%, la degradabilidad de MS al nivel rumen en 24 horas es alta (149%), se compara con cascarilla de soya, la proteína de 21-25% considerándose un alimento apto para monogástricos y rumiantes; un estudio confirmó su alta degradabilidad de MS a las 24 hr siendo degradable al 33, 50, 83 y 90% a las 0, 12, 24 y 48 hr, respectivamente (Ríos, 1997).

El chipilín es una planta perenne parecida a la verdolaga de ramas delgadas, hojas pequeñas, aromáticas, de color verde y atractivas flores amarillas, alcanza hasta 1.5 m. La semilla es de color negro envuelta en una cápsula de color café oscuro. Esta especie se propaga a través de semilla. Es una planta que crece en las parcelas o milpas de climas tropicales, en suelos ácidos con buen drenaje. Nativo de Chiapas, principalmente de la región llamada Frailesca, se distribuye desde Chiapas y Oaxaca, en México, hasta Centroamérica (Pinto *et al.*, 2008).

Evaluaciones realizadas con tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), del año 2000 al 2006 en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco permitió revelar que el tulipán como fuente para alimentación de ovinos presentó ganancias diarias de peso de 77 g d⁻¹, digestibilidad de la materia seca (DIVMS) de 79% y proteína cruda (PC) de 17 a 20% (Hernández, 2007).

En pasturas arboladas se puede manejar la asociación de leguminosas herbáceas como el Cacahuate forrajero (*Arachis pintoi*), Pega-pega (*Desmodium* spp) y otras similares; los sistemas de especies mezcladas se han estudiado en diferentes regiones de Latinoamérica por centros de investigación como el CIAT y CATIE, los resultados afirman que ofrecen ventajas por la fijación de nitrógeno de la leguminosa herbácea y arbórea, reciclaje de otros nutrimentos al suelo, mayor persistencia y característica de la pastura, aumentándose la productividad animal (carne, leche), y el consumo de dieta con calidad que una pastura de monocultivo (González, 1996).

Especies forrajeras nativas en agostadero han mostrado contenidos de PC superior a los pastos tropicales y en otros casos mayores al concentrado comercial. La digestibilidad in vitro de la materia seca de los follajes es alta y destacan dos especies de euforbiáceas: Chicasquil ancho (*Cnidoscolus acotinifolius*) y Chicasquil fino (*C. chayamansa*) con niveles de PC superiores al 20% y DIVMS superior al 70%, también utilizadas para consumo humano, sobresalen también dos especies de moráceas: la Morera (*Morus* sp), una especie de *Ficus* (*Amate*), dos malváceas como la Amapola (*Malvaviscus arboreus*), el Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*), y tres especies de la familia Asteraceae: Chilca (*Senecio* sp), Tora blanca (*Verbesina turbacensis*) y (*V. myriocephala*) Tora morada (Araya et al., 1993).

CONCLUSIÓN

El trópico seco requiere alternativas alimenticias como el silvopastoril para enfrentar el periodo de seca y es apropiada la asociación de arbustivas con el pasto para la producción animal, amigable con los recursos naturales y la biodiversidad.

LITERATURA CITADA

AGUIRRE OJ, Bugarín PJ, Anguiano CJ, Lemus FC, Palma GJ, Sanguinés GL, Gómez DA, Martínez GS, Ulloa CR. Los sistemas silvopastoriles, alternativa de producción animal para el trópico seco. Memoria de la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C., 4 al 5 de mayo de 2011, Chapingo, México.

- ARAYA J, Benavides JE, Arias R, Ruiz A. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. Memoria Comisión Nacional del Desarrollo de la Actividad Caprina. Turrialba, Costa Rica. 1993:56.
- BENAVIDES JE. 2011. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El chasqui (C.R.) 2011; 25:6-35.
- BENAVIDES JE. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Informe Técnico No. 67. CATIE, Turrialba, C.R. 2003:40-42.
- CLAVERO T. *Leucaena leucocephala*, alternativa para la alimentación animal. Fundación polar, Universidad del Zulia - Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Venezuela. 1998:78.
- DELGADO DC, Galindo J, Chongo B, Curbelo T. Efecto del nivel de inclusión de la *Leucaena* en el consumo y la digestibilidad de la fibra en carneros. Rev. Cubana de Ciencias Agric. 1996; 30(3): 283-288.
- ESPINOZA E. Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de Morera (*Morus alba* L.) en Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 1996:84-86.
- ESQUIVEL J, Benavides JE, Hernández I, Vasconcelos J, González J, Espinoza E. Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. In: Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 1996:25.
- FAINT MA, McNeill DM, Stewart JL, Castillo AC, Acasio RN, Lynch JJ. Palatability of *Leucaena* to ruminants. En: H.M. Shelton, R.C. 1998.
- GALINDO WF, Murgueito E, Giraldo L, Marin A, Uribe F, Berrio LF. Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 2003:213.
- GÓMEZ I, Fernández JL, Espinosa R, Olivera Y. Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con especies de pastos en vertisuelos. Pastos y forrajes. 2004; 27 (3): 128-135.
- GONZÁLEZ J. Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (*Morus* sp.) fresca y ensilada en bovinos de engorda. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE, 1996:84.
- GUTIÉRREZ VE, Rojas-Sandoval LA, Villalba-Sánchez CA, Hernández-Maldonado GI, Juárez-Caratachea A. Especies arbóreas forrajeras (EAF) para alimento y confort de los rumiantes en el municipio de Carácuaro, Mich., México. 2009.
- HERNÁNDEZ SD. Evaluación y uso de tulipán como forraje para ovinos en crecimiento en: Ganadería, Desarrollo y Ambiente: una visión para Chiapas. Fundación Produce Chiapas, A.C. 2007. www.producechiapas.org.
- IBRAHIM M, Villanueva C, Casasola F. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2007; 15 (Supl. 1): 36.

- MENDIZABAL G, Arias R, Benavides JE, Rios E, Marroquin F. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala. 1993:33 p.
- MURGUEITIO RE, Chará OJ, Barahona RR, Cuartas CC, Naranjo RJ. Los Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. IV. Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Memorias, Morelia y Valle de Apatzingán/Tepalcatepec. 2012:1-8.
- OVIEDO JF. Morera (*Morus* sp.) en asocio con Poró (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis M. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 2005:86 p.
- PACHECO MD. Niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en la alimentación de ovinos en Yucatán. Tesis Maestría en Ciencia Animal. Conkal, Yucatán, México. 2004:86.
- PALMA JM. Los sistemas Silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006;14 (3): 95-104.
- PEZO D. El pasto base de la producción bovina. En: Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie materiales de enseñanza. 1982; 7:87-109.
- PINTO RR, Gómez H, Medina F, Guevara F, Hernández A, Martínez B, Hernández D. Árboles forrajeros de Chiapas. Manual Técnico Num. 84. 2008. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- REYES MF. Producción de biomasa y valoración nutritiva de seis arbóreas en la región de sierra, Tabasco. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Cuba. 2006:4.
- RÍOS CIA. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray@ en Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 2da edición, Conciencias-CIPAV. Cali, Colombia. 1997:115-126.
- RUIZ TE, Febles G. Establecimiento de especies de árboles y arbustos tropicales. Siembra, manejo y puesta en explotación. Curso financiado por el FIRA en Tantakin, Yucatán, México, 2003:36 p.
- SÁNCHEZ VA. Subastando el Árbol de la Vida 2010, a la memoria de Musalem Santiago Miguel Ángel. Universidad Autónoma Chapingo. 2010:1-8.
- VALLEJO MA. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 2005:98 p.
- ZAMORA S., J. García, G. Bonilla, H. Aguilar, C.A. Harvey y M. Ibrahim. 2001. Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genizaro (*Phitecellobium saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en la alimentación animal. Agrofor. Amer., 8(31): 45-49.