

Árboles nativos para el diseño de tecnologías silvopastoriles en la Sierra de Huautla, Morelos*

Native trees for design of silvopastoral technologies in the mountain range of Huautla, Morelos

Juan Gerardo Cortez Egremy¹, Miguel Uribe Gómez², Artemio Cruz León^{2§}, Alejandro Lara Bueno² y José Luis Romo Lozano²

¹Posgrado en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México-Texcoco km 38.5. Chapingo, Texcoco 56230, Estado de México. Tel: 595 952 540. ²Universidad Autónoma Chapingo-Departamento de Suelos. Carretera. México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco. C. P. 56230, Estado de México. Tel 595 952 1540. (migueluribe123@gmail.com; etnoagronomia1@gmail.com; alarab_11@hotmail.com; jlromo@correo.chapingo.mx). [§]Autor para correspondencia: etnoagronomia1@gmail.com.

Resumen

La deforestación es una práctica que contribuye al deterioro ambiental. Con el propósito de evaluar el potencial forrajero de especies arbóreas de la Sierra de Huautla, Morelos, se aplicó una encuesta para rescatar el conocimiento tradicional en el uso de árboles y arbustos locales. La encuesta se aplicó a dieciocho productores de los ejidos El Limón y Los Sauces del Minicipo de Tepalcingo, Morelos. Los informantes identificaron diez especies arbóreas nativas con potencial forrajero: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, y *Gliricidia sepium*. *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla* y *Leucaena esculenta*, las cuales tuvieron alta frecuencia en la encuesta aplicada a los productores. La germinación de semillas de *Leucaena esculenta*, *Guazuma ulmifolia* y *Acacia cochliacantha*, fue superior a 60%. El contenido de proteína en el follaje de *Leucaena macrophylla* fue superior en 18% y 30% al contenido de proteína de *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*. La información agronómica reportada en literatura y la generada durante la investigación, permiten recomendar un manejo adecuado de las especies arbóreas mediante el diseño de tecnologías silvopastoriles para

Abstract

The deforestation is a practice that contributes to environmental degradation. In order to evaluate the forage potential of tree species of the mountain range of Huautla, Morelos, a survey was conducted to rescue traditional knowledge in the use of local trees and shrubs. The survey was applied to eighteen producers of common El Limón and Los Sauces of minicipio Tepalcingo, Morelos. Informants identified ten native tree species with forage potential: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, and *Gliricidia sepium*. *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacanta*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla* y *Leucaena esculenta*, which had high frequency in the survey of producers. The germination of seeds of *Leucaena esculenta*, *Guazuma ulmifolia* and *Acacia cochliacantha*, was higher than 60%. The protein content in the *Leucaena macrophylla* was higher by 18% and 30% protein content of *Guazuma ulmifolia* and *Leucaena leucocephala*. Agronomic information reported in literature and generated during the investigation, allow to recommend appropriate management of tree species by designing silvopastoral technologies to improve forage production for livestock and to minimize the negative impacts of livestock on natural resources.

* Recibido: marzo de 2016
Aceptado: junio de 2016

mejorar la producción de forraje para el ganado y para minimizar los impactos negativos de la ganadería sobre los recursos naturales.

Palabras clave: arbóreas forrajeras, árboles de usos múltiples, selva baja caducifolia.

Introducción

La deforestación es una actividad antropogénica que causa fuertes problemas ambientales. Gran parte de las áreas deforestadas se han dedicado al cultivo de pasturas puras que en poco tiempo caen en un estado de degradación (Pezo y Ibrahim, 1997). Las causas del problema son las prácticas inadecuadas en el manejo de la tierra, del agostadero y del ganado, como son: la quema no controlada de potreros, sistemas de labranza inapropiados, ausencia de coberturas vegetales, manejo ineficaz de la fertilidad del suelo y sobrepastoreo (Ibrahim *et al.*, 2006). La deforestación y degradación de las pasturas tiene como consecuencia la pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión del suelo, ruptura del balance hídrico en las cuencas y el incremento de las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global (Harvey *et al.*, 2008; Nair *et al.*, 2009; Alonso, 2011).

El uso de especies leñosas perennes nativas con potencial forrajero, base de los sistemas tradicionales de producción animal, es una alternativa que ofrece forraje de buena calidad a los animales (Solórzano *et al.*, 2003; López *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2010). Además, las especies arbóreas, pueden utilizarse en el diseño de tecnologías que controlen la erosión y mejoren la fertilidad del suelo; adicionalmente, pueden ofrecer otros productos como leña, madera, frutos y semillas que generen ingresos al productor y brinden estabilidad económica a la unidad de producción familiar (Martín, 2008). De este modo, la incorporación de plantas leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción pecuaria es una estrategia que contribuye a contrarrestar los impactos ambientales negativos, diversifica la empresa pecuaria, genera nuevos productos e ingresos, y reduce la dependencia de insumos externos, intensificando el uso del recurso suelo.

En el futuro, los sistemas de producción animal no sólo deberán incrementar su productividad para responder a las demandas de seguridad alimentaria, sino que también habrán de considerar el uso racional de los recursos; así como,

Keywords: fodder tree, multipurpose trees, tropical dry forest.

Introduction

Deforestation is a strong environmental problems caused by anthropogenic activity. Much of the deforested areas are dedicated to the cultivation of pure pastures soon fall into a state of degradation (Pezo and Ibrahim, 1997). The causes of the problem are inadequate in land management, rangeland and livestock practices, such as: uncontrolled burning of pastures, systems inappropriate tillage, lack of vegetation cover, ineffective management of soil fertility and overgrazing (Ibrahim *et al.*, 2006). Deforestation and pasture degradation results in loss of biodiversity, compaction and soil erosion, breaking the water balance in watersheds and increasing emissions of gases that contribute to global warming (Harvey *et al.*, 2008; Nair *et al.*, 2009; Alonso, 2011).

The use of native perennial woody species with forage potential, based on traditional animal production systems, is an alternative that offers good quality forage for animals (Solórzano *et al.*, 2003; López *et al.*, 2008; Pinto *et al.*, 2010). In addition, tree species can be used in the design of technologies that control erosion and improve soil fertility; additionally, they can offer other products such as firewood, timber, fruits and seeds that generate income to producers and to provide economic family production unit (Martín, 2008) stability. Thus, the incorporation of woody perennials (trees and shrubs) in livestock production systems is a strategy that helps to offset the negative environmental impacts, diversifying livestock business generates new products and revenue, and reduce dependence on inputs external, intensifying land use resource.

In the future, animal production systems should not only increase productivity to meet the demands of food security, but also must consider the rational use of resources; as well as improve efficiency to make them more competitive, so that really contribute to improving the standard of living of rural families (Nair *et al.*, 2010).

The natural resources of the mountain range of Huautla, in the State of Morelos, are degraded permanently because rural communities established in this area do not have permanent jobs, which favors the rent of their land for grazing livestock (Uribe *et al.*, 2015). In addition, poor distribution of rainfall

mejorar su eficiencia para hacerlos más competitivos, de manera que realmente contribuyan al mejoramiento del nivel de vida de las familias rurales (Nair *et al.*, 2010).

Los recursos naturales de la Sierra de Huautla, en el Estado de Morelos, son degradados permanentemente debido a que las comunidades campesinas establecidas en este territorio no cuentan con fuentes permanentes de trabajo, lo que propicia la renta de sus tierras para el pastoreo de ganado (Uribe *et al.*, 2015). Adicionalmente, la mala distribución de las lluvias durante el año limita la producción de forraje, ocasionando una temporada larga de sequías en la que el ganado no dispone de pastura suficiente para su alimentación. En consecuencia, cada vez más árboles de la vegetación natural son derribados para el establecimiento de pastos mejorados, provocando que varias especies de plantas y animales silvestres estén en riesgo de desaparecer debido al deterioro del hábitat.

El aprovechamiento óptimo y sustentable de las especies arbóreas de la Selva Baja Caducifolia de la Sierra de Huautla es de suma importancia para la producción pecuaria tradicional de los grupos marginados que habitan en la región. Por lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo identificar las especies arbóreas con potencial forrajero de la Sierra de Huautla, mediante el rescate del conocimiento tradicional de los productores para proponer tecnologías agroforestales que promuevan la sostenibilidad de la actividad ganadera.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Tepalcingo, en las comunidades de Huitchila, Los Sauces y El Limón, ubicados al sur del estado de Morelos (Figura 1). El área de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH) cubre una superficie de 59 030 ha y tiene un rango altitudinal que va de los 700 a los 2 200 m (CONANP, 2005). El límite natural al suroeste es el Río Amacuzac y los cerros más importantes son: Temazcal, Los Chivos, Pericón, El Jumilar, Cerro frío, Potrero los Burros y el Cuacle y Sierra de Huautla. Los municipios que están involucrados son: Amacuzac, Ayala, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo, y los principales poblados son: Huautla, Huaxtla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixastla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto y El Zapote (CONANP, 2005).

during limited forage production, causing a long season of drought in the cattle pasture does not have enough for food. Consequently, more and more trees are felled natural vegetation for the establishment of improved pastures, causing several species of wild plants and animals are at risk of disappearing due to habitat deterioration.

The optimal and sustainable utilization of tree species of tropical dry forest of the mountain range of Huautla is of utmost importance for traditional livestock production of marginalized groups living in the region. Therefore, this research aims to identify tree species with forage potential of the mountain range of Huautla, by rescuing traditional knowledge of producers to propose agroforestry technologies that promote sustainability of livestock.

Materials and methods

The research was conducted in the municipality of Tepalcingo in communities Huitchila, Los Sauces and El Limón, located south of the state of Morelos (Figure 1). The area of the Reserva de la Biósfera de la Montaña de Huautla (REBIOSH) covers an area of 59 030 hectares and has an altitudinal range from 700 to 2 200 m (CONANP, 2005). The natural boundary southwest is the Río Amacuzac and the most important hills are: Temazcal, Los Chivos, Pericón, El Jumilar, Cerro frío, Potrero los Burros and El Cuacle and mountain range of Huautla. The municipalities involved are: Amacuzac, Ayala, bridge of Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango and Tepalcingo, and the main towns are: Huautla, Huaxtla, Rancho Viejo, Xantiopa, Ajuchitlán, El Limón, Huixastla, Pueblo Viejo, Xochipala, Coaxintlán, El Salto and El Zapote (CONANP, 2005).

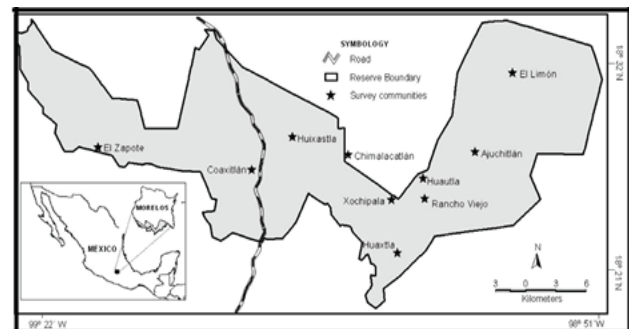


Figura 1. Mapa de ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México (CONANP, 2005).

Figure 1. Location map of the Reserva de la Biósfera de la Sierra de Huautla, Morelos, Mexico (CONANP, 2005).

El territorio de la REBIOSH está comprendido en dos provincias fisiográficas. La primera incluye parte del Eje Neovolcánico y está constituida por una gran variedad de rocas volcánicas y sedimentos continentales con depósitos de yeso lacustre del Mioceno; la segunda provincia está situada en la Sierra Madre del Sur, donde se aprecian lomeríos intrincados y mesetas pequeñas con altitudes de 900 a 1 400 m (INEGI, 1981). La topografía es esencialmente accidentada, presenta una serie de lomeríos y serranías con gradiente altitudinal entre 1 000 y 1 700 m (CETENAL, 1976).

Esta investigación se desarrolló en tres etapas: la primera fue la identificación de especies arbóreas con potencial forrajero, la segunda consistió en la caracterización agronómica de las especies forrajeras, y la tercera en el diseño de las tecnologías agroforestales.

Identificación de especies arbóreas con potencial forrajero

Con el fin de conocer las principales especies arbóreas con potencial forrajero se realizaron 30 entrevistas abiertas a productores ganaderos y personas relacionadas con el manejo del ganado. Mediante la observación se llevó el registro del comportamiento del ganado en el consumo y selección de las especies forrajeras. El tamaño de la muestra de unidades de producción consideró la fórmula propuesta por Scheaffer *et al.* (1987), eligiendo los predios ganaderos al azar ubicados en transectos previamente determinados. Como resultado de las encuestas a productores se eligieron las cinco especies arbóreas que registraron mayor frecuencia de uso forrajero. De esas especies arbóreas, se recolectaron muestras de las partes vegetativas, vainas y frutos consumibles por el ganado; las muestras de forraje fueron deshidratadas en una estufa de aire forzado para su preservación en bolsas de plástico. Posteriormente, se realizó el análisis bromatológico de muestras de follaje, vainas y frutos para obtener valores de materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), cenizas (CEN) y fibra cruda (FC) mediante los procedimientos de la AOAC (2000), y fibra detergente neutro (FDN) de acuerdo al procedimiento de Van Soest *et al.* (1991).

Se llevó a cabo la revisión bibliográfica sobre el potencial forrajero de las especies seleccionadas. Se realizaron muestreos de 10 árboles por cada especie seleccionada, tomando registro de altura, diámetro, número de ramas, altura de ramificación, y diámetro del área de goteo. La productividad de las especies se estimó con base en el método de Worthington (Blake *et al.*, 1990), que consiste en coleccionar

The territory of the REBIOSH is comprised of two physiographic provinces. The first includes part of Neovolcanic and consists of a variety of volcanic rocks and continental sediments of lacustrine deposits Miocene gypsum; the second province is located in the Sierra Madre del Sur, where intricate hills and plateaux with altitudes from 900 to 1 400 m (INEGI, 1981) can be seen. The topography is essentially rugged, presents a series of hills and mountains with altitudinal gradient between 1 000 and 1 700 meters (CETENAL, 1976).

This research was conducted in three stages: the first was the identification of tree species with forage potential, the second consisted of agronomic characterization of forage species, and the third in the design of agroforestry technologies.

Identification of tree species with forage potential

In order to meet the main tree species with forage potential 30 open to farmers and people involved in the management of livestock producers interviews. By observing the behavior of livestock registration in consumption and selection of forage species it was. The sample size of production units considered the formula proposed by Scheaffer *et al.* (1987), by selecting the random cattle farms located at predetermined transects. As a result of surveys producing five tree species most frequently reported they were chosen as forage. Of these tree species, samples of the vegetative parts, pods and fruit consumable by livestock were collected; the forage samples were dried in a forced air oven for preservation in plastic bags. Subsequently, the compositional analysis of samples of leaves, pods and fruits to obtain values of organic matter (MO), crude protein (PC), ash (CEN) and crude fiber (FC) by the methods of the AOAC (2000) was performed and neutral detergent fiber (NDF) procedure according to Van Soest *et al.* (1991).

It conducted a literature review on the forage potential of selected species. The 10 samples were made for each tree species selected, taking log height, diameter, number of branches, branch height and diameter of the drip area. The productivity of the species was estimated based on the method of Worthington (Blake *et al.*, 1990), which consists of collecting the fruits from a quarter of the area of each tree crown, quadrupling the weight of the sample estimate the total fruit production of each individual.

A protocol germination of seeds of tree species was performed with forage potential by pre-germinating treatments based on the highest percentage of germination

los frutos provenientes de un cuarto del área de copa de cada árbol, multiplicando por cuatro el peso de la muestra para estimar la producción total de frutos de cada individuo.

Se realizó un protocolo de germinación de semillas de las especies arbóreas con potencial forrajero mediante tratamientos pre-germinativos con base en el mayor porcentaje de germinación obtenido en estudios previos (Cisneros, 1996; Hartmann *et al.*, 1990; Villarruel *et al.*, 2007). El ensayo experimental de germinación se realizó bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron semillas de *Leucaena esculenta*, *Acacia cochliacantha* y *Guazuma ulmifolia*, colectada en la selva baja caducifolia de la REBIOSH, durante los meses de abril y mayo de 2011. Las semillas fueron acondicionadas previamente, separando vainas e impurezas. Los tratamientos pre-germinativos aplicados para cada una de las especies fueron: *Leucaena esculenta*, sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 36 h, con cambios de agua cada 12 h (Cisneros, 1996); *Acacia cochliacantha*, quitar una porción de la cubierta dura de la semilla utilizando una navaja de muelle para remover parte de la testa sin dañar el endospermo antes de sumergir las semillas en agua caliente a 70 °C durante 5 min y después remojar en agua a temperatura ambiente durante 12 h (Hartmann *et al.*, 1990); *Guazuma ulmifolia*, remojar las semillas en agua a 80 °C durante 10 min y sumergir en agua a temperatura ambiente por 36 h, después lavar con agua corriente hasta retirar el mucilago, usando un trozo de tela, finalmente secar a la sombra la semilla escarificada (Villarruel *et al.*, 2007).

La prueba de germinación se efectuó en charolas de unicel de 200 cavidades con un sustrato peat moss. En cada charola se colocaron 400 semillas de cada especie a 2 cm de profundidad y el riego se realizó diariamente a capacidad de campo. El conteo de germinación se realizó diariamente durante 21 días de acuerdo con lo recomendado por ISTA, (1999) para determinar el porcentaje de emergencia de las plántulas mediante la siguiente siguiente: $PG = (n * 100) / N$, donde n= número de semillas germinadas y N= número de semillas sembradas. Se consideró un porcentaje de germinación aceptable superior al 60%; cuando la germinación estuvo por abajo de ese porcentaje se repitió la prueba usando un nuevo tratamientos pre-germinativo.

Una vez obtenidos los datos, se realizó un análisis de varianza multifactorial (SAS, 2009) y comparación de las medias de tratamiento mediante la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997) para las inferencias estadísticas.

obtained in previous studies (Cisneros, 1996; Hartmann *et al.*, 1990; Villarruel *et al.*, 2007). The experimental germination test was carried out under greenhouse conditions. The seeds used to of *Leucaena esculenta*, *Acacia cochliacantha* and *Guazuma ulmifolia*, collected in the tropical dry forest of REBIOSH, during the months of April and May 2011. The seeds were upgraded previously, separating pods and impurities were used. The pre-germinative treatments applied to each of the species were *Leucaena esculenta*, submerging the seeds in water at room temperature for 36 hours with water changes every 12 h (Cisneros, 1996); *Acacia cochliacantha*, remove a portion of the hard seed coat using a switchblade knife to remove part of the seed coat without damaging the endosperm before dipping the seeds in hot water at 70 °C for 5 min and then soaked in water at room temperature for 12 h (Hartmann *et al.*, 1990); *Guazuma ulmifolia*, soak the seeds in water at 80 °C for 10 min and immersed in water at room temperature for 36 h, then wash with running water to remove the mucilage, using a piece of cloth, finally dried in the shade scarified seed (Villarruel *et al.*, 2007).

The germination test was carried out in Styrofoam trays of 200 cavities with a substrate peat moss. In each tray 400 seeds of each species were placed 2 cm deep and irrigation was performed daily at field capacity. Counting germination was performed daily for 21 days as recommended by ISTA, (1999) to determine the percent seedling emergence using the following following: $PG = (n * 100) / N$, where n= number of sprout and N= number of seeds sown. A percentage of above 60% was considered acceptable germination; when germination was below that percentage test was repeated using a new pre-germinative treatments.

After obtaining the data, multifactorial variance analysis (SAS, 2009) and comparison of treatment means by Tukey test (Steel *et al.*, 1997) for statistical inferences was performed.

Finally, the information generated was analyzed by surveys, chemical composition analysis and germ tests to select and develop the most appropriate proposals for intervention to improve traditional agroforestry systems used by producers agroforestry technologies, using the criteria established in the methodology diagnosis and participatory design proposed by Raintree (1987).

Finalmente, se analizó la información generada por encuestas, análisis bromatológico y pruebas germinativas a fin de seleccionar y elaborar las tecnologías agroforestales más adecuadas en las propuestas de intervención para mejorar los sistemas agroforestales tradicionales utilizados por los productores, utilizando los criterios establecidos en la metodología de diagnóstico y diseño participativo propuesto por Raintree (1987).

Resultados y discusión

De acuerdo a la información recabada en las encuestas a productores se eligieron las cinco especies que resultaron con mayor frecuencia de uso: *Guazuma ulmifolia* 90% (27/30 entrevistados), *Acacia cochliacantha* 90% (27/30 entrevistados), *Leucaena leucocephala* 80% (24/30 entrevistados), *Leucaena macrophylla* 73.3% (22/30 entrevistados) y *Leucaena esculenta* 66.6% (20/30 entrevistados).

Los porcentajes de germinación fueron de 84% para *Leucaena esculenta*, 73% para *Guazuma ulmifolia* y 61% para *Acacia cochliacantha*, considerados aceptables, para el tratamiento pre-germinativo.

La especie arbórea con mayor contenido de proteína en el follaje fue *Leucaena macrophylla*, siendo superior en 18% y 30% al contenido de proteína de *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*, respectivamente (Cuadro 1). *Guazuma ulmifolia* presentó menor relación CEN:MO comparado con *Leucaena leucocephala* y *Leucaena macrophylla* (1:7 vs 1:8.6 y 1:10, respectivamente), por lo que se infiere mayor aporte de minerales en la dieta de los animales cuando ingieren follaje de *G. ulmifolia*. *Leucaena macrophylla* tuvo también mayor contenido de FC debido a que el follaje de la arbórea contiene más pared celular (FDN) que la *leucaena leucocephala* y la *Guazuma ulmifolia*. Los follajes de las tres arbóreas en crecimiento libre contienen niveles altos de fibra, lo cual permite inferir índices de digestibilidad ruminal moderados a bajos.

En el Cuadro 2 se presenta la composición nutricional de frutos de *Guazuma ulmifolia* y *Acacia cochliacantha*. El contenido de proteína total del fruto de la *Guazuma ulmifolia* fue menor al de la *Acacia cochliacantha*, aunque en ambas especies arbóreas el aporte de nitrógeno proveniente de los frutos es bajo. La relación CEN:MO fue similar para la

Results and discussion

According to information collected in surveys to producers the five species that were most frequently use were chosen: *Guazuma ulmifolia* 90% (27/30 respondents), *Acacia cochliacantha* 90% (27/30 respondents), *Leucaena leucocephala* 80% (24/30 respondents), *Leucaena macrophylla* 73.3% (22/30 respondents) and *Leucaena esculenta* 66.6% (20/30 respondents).

The germination percentages were 84% for *Leucaena esculenta*, *Guazuma ulmifolia* for 73% and 61% for *Acacia cochliacantha* considered acceptable for pre-germination treatment.

The tree species with higher protein content in the foliage was *Leucaena macrophylla*, which is higher by 18% and 30% protein content *Guazuma ulmifolia* and *Leucaena leucocephala*, respectively (Table 1). *Guazuma ulmifolia* showed a lower ratio CEN:MO compared to *Leucaena leucocephala* and *Leucaena macrophylla* (1:7 vs 1:8.6 and 1:10, respectively), making greater contribution inferred mineral in the diet of animals when ingested foliage *G. ulmifolia*. *Leucaena macrophylla* also had higher content of FC because the foliage of the tree contains more cell wall (FND) than *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia*. The foliage of the three trees in free growth contain high levels of fiber, which allows us to infer moderate rates low ruminal digestibility.

Cuadro 1. Composición química (%) del follaje de tres arbóreas forrajeras de la Sierra de Huautla, Morelos.

Table 1. Chemical composition (%) of three forage tree foliage in the mountain range of Huautla, Morelos.

Especie	MO	CEN	PC	EE	FC	FDN
<i>Guazuma ulmifolia</i>	87.35	12.65	16.85	1.89	19.52	63.88
<i>Leucaena leucocephala</i>	89.67	10.33	14.32	10.33	21.24	61.83
<i>Leucaena macrophylla</i>	90.92	9.08	20.56	2.34	26.75	68.44

MO= materia orgánica; CEN= cenizas; PC= proteína cruda; FC= fibra cruda; EE= extracto etéreo; FDN= fibra detergente neutro.

In the Table 2 shows presented the nutritional composition of fruits and *Guazuma ulmifolia* and *Acacia cochliacantha*. The total protein content of the fruit of the *Guazuma*

Guazuma ulmifolia y la *Acacia cochliacantha* (1:19 y 1:17, respectivamente), lo cual indica que los frutos de ambas arbóreas tienen bajo contenido de minerales. Asimismo, el contenido de lípidos (EE) en los frutos de las arbóreas fue bajo, aportando un poco más la *Guazuma ulmifolia* que la *Acacia cochliacantha*. *Acacia cochliacantha* es superior. El porcentaje de fibra (FC y FDN) fue moderado.

ulmifolia was less than *Acacia cochliacantha*, although both tree species nitrogen input from the fruits is low. The relationship CEN:MO was similar to the *Guazuma ulmifolia* and the *Acacia cochliacantha* (1:19 and 1:17, respectively), indicating that the fruits of both trees have low mineral content. In addition, the lipid content (EE) in the fruits of the tree was low, providing a bit more

Cuadro 2. Cuadro 1. Composición química (%) de los frutos de dos arbóreas forrajeras de la Sierra de Huautla, Morelos. Table 2. Table 1. Chemical composition (%) of the fruits of two fodder tree in the mountain range of Huautla, Morelos.

Especie	MO	CEN	PC	EE	FC	FDN
<i>Guazuma ulmifolia</i>	95.16	4.84	6.9	1.73	39.49	60.62
<i>Acacia cochliacantha</i>	94.47	5.53	8.24	0.87	31.27	60.72

MO= materia orgánica; CEN= cenizas; PC= proteína cruda; EE = extracto etéreo; FC= fibra cruda; FDN = fibra detergente neutro.

Como resultado de la encuesta aplicada a 18 productores ganaderos ubicados en el área de estudio, se identificaron diez especies arbóreas nativas con potencial forrajero: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, y *Gliricidia sepium*. El conocimiento local sobre el uso y manejo de árboles y arbustos de usos múltiples fue considerado para construir las propuestas de intervención alternativas para el manejo sustentable de los sistemas ganaderos en las comunidades rurales de la Sierra de Huautla, con el propósito de mejorar los procesos de producción de alimentos localmente. Es bien sabido que el conocimiento empírico es útil para promover el uso más eficaz del forraje proveniente de árboles y arbustos en la producción ganadera (Vessuri, 2004).

Los diseños silvopastoriles más utilizados en México son: árboles dispersos en potreros, cercos vivos, bancos forrajeros, barreras rompeviento, pasturas en callejones y pastoreo en bosques naturales. Árboles dispersos en potreros es una tecnología silvopastoril en la cual los árboles y arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo para proveer sombra a los animales en días calurosos o refugio en días lluviosos, además de generar otros productos con forraje, leña, madera, frutos, semillas, fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica y protección al suelo (FIDAR, 2003). Los cercos vivos son hileras de árboles que, complementadas con el uso de alambre de púas, sirven para delimitar potreros, aunque su potencial no sólo permite delimitar linderos sino que también provee forraje, leña, madera, postes, alimentos, protección al suelo y los animales, y favorece la biodiversidad.

Guazuma ulmifolia that the *Acacia cochliacantha*. *Acacia cochliacantha* is superior. The percentage of fiber (FC and FDN) was moderate.

As a result of the survey of 18 livestock producers located in the study area, were identified ten native tree species with forage potential: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena macrophylla*, *Leucaena esculenta*, *Spondias mombin*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce*, and *Gliricidia sepium*. The local knowledge on the use and management of trees and shrubs multipurpose was considered to build the proposed alternative intervention for the sustainable management of livestock systems in rural communities of the mountain range of Huautla, in order to improve processes food production locally. It is well known that empirical knowledge is useful to promote use more efficient forage from trees and shrubs in livestock production (Vessuri, 2004).

The silvopastoral designs most commonly used in Mexico are scattered trees in pastures, hedgerows, fodder banks, windbreak barriers, grazing pastures in alleys and in natural forests. scattered trees in pastures is a silvopastoral technology in which trees and shrubs are distributed randomly within the grazing areas to provide shade to the animals on hot days or shelter on rainy days and generate other products with fodder, firewood, wood, fruits, seeds, nitrogen fixation, input of organic matter and soil protection (FIDAR, 2003). The hedgerows are rows of trees, complemented by the use of barbed wire, they serve to define paddocks, although its potential not only allows delimit boundaries but also provides fodder, firewood, timber, poles, food, soil protection and animals, and promotes biodiversity.

Los bancos forrajeros son pastura, árboles y arbustos que cultivados en alta densidad (más de 10 000 plantas ha⁻¹) incrementan la producción y calidad de forraje por unidad de terreno y contribuyen en la alimentación animal, sobre todo durante las épocas secas del año (FIDAR, 2003). Las barreras rompeviento son hileras de árboles y arbustos de diferentes alturas, establecidas en forma perpendicular a la dirección del viento. Su función principal es la de proteger cultivos y animales de la acción mecánica viento para reducir su velocidad, evitar pérdida de fertilidad del suelo, disminuir la erosión eólica y regular las condiciones micro-climáticas de la finca ganadera (FIDAR, 2003).

Las pasturas en callejones son arreglos en línea paralelas de árboles o arbustos, acompañados con pasturas sembradas entre las hileras de árboles. Este diseño silvopastoral favorece el reciclaje de nutrientes en el suelo, previene la erosión y reducen el efecto negativo del pisoteo de los animales sobre el suelo; su principal objetivo es intensificar el uso de la tierra proveyendo madera, frutos, forraje y productos de origen animal, además de mejorar la fertilidad del suelo y reducir los procesos de erosión (FIDAR, 2003). El pastoreo en bosque natural es quizás la práctica más antigua en la actividad ganadera.

Este sistema silvopastoral permite utilizar el potencial forrajero de los bosques, selvas y matorrales y contribuye en el control de plantas no deseables en los agostaderos naturales de las diversas regiones ganaderas de México. En la Sierra de Huautla, el aporte del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo de la Selva Baja Caducifolia es fundamental para la ganadería extensiva que realizan las familias campesinas de esa región. Los animales complementan su alimentación con el follaje, vainas y frutos de los árboles y arbustos que crecen en la Selva Baja Caducifolia, mientras que las familias campesinas obtienen leña, madera, frutos, plantas medicinales, ornamentales y ceremoniales y alimentos provenientes de la fauna silvestre (FIDAR, 2003).

Conclusiones

En la Sierra de Huautla hay plantas arbóreas con alto potencial forrajero que pueden utilizarse para el diseño de tecnologías silvopastoriles, lo cual permitirá mejorar el sistema tradicional de producción pecuaria. Desde la perspectiva de los productores, las especies arbóreas con mayor potencial forrajero son: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Leucaena*

Fodder banks are pasture, trees and shrubs grown at high density (more than 10 000 plants ha⁻¹) increase production and quality of forage per unit of land and contribute in animal feed, especially during dry seasons (FIDAR, 2003). The windbreak barriers are rows of trees and shrubs of different heights, set perpendicular to the wind direction. Its main function is to protect crops and animals wind mechanical action to reduce your speed, avoid loss of soil fertility, reduce wind erosion and regulate micro-climatic conditions of the cattle farm (FIDAR, 2003).

Pastures in alleys are arranged in parallel lines of trees or shrubs, along with pastures planted between the rows of trees. This silvopastoral design favors the recycling of nutrients in the soil, prevents erosion and reduce the negative effect of trampling on the ground; its main purpose is to intensify land use by providing timber, fruits, fodder and animal products, and improve soil fertility and reduce erosion processes (FIDAR, 2003). Grazing on natural forest is perhaps the oldest practice in livestock.

This silvopastoral system allows the forage potential of forests, jungles and thickets and helps in controlling undesirable plants in natural rangelands of the various agricultural regions of Mexico. In the mountain range of Huautla, the contribution of herbaceous, shrub and tree layer of the tropical dry forest is critical to conducting extensive livestock farming families in the region. The animals supplemented their diet with foliage, pods and fruits of trees and shrubs that grow in tropical dry forest, while rural families get firewood, timber, fruits, medicinal, ornamental and ceremonial plants and food from wildlife (FIDAR, 2003).

Conclusions

*In the mountain range of Huautla there are woody plants with high forage potential that can be used for the design of silvopastoral technologies, which will improve traditional livestock production system. From the perspective of producers, most tree species forage potential are: *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena sculenta*, *Leucaena macrophylla*, *Erythrina americana*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce* and *Gliricidia sepium*. The results of the compositional analysis of foliage and fruit of the tree selected by farmers confirm the importance*

leucocephala, *Leucaena sculenta*, *Leucaena macrophylla*, *Erythrina americana*, *Spondias purpurea*, *Erythrina americana*, *Pithecellobium dulce* y *Gliricidia sepium*. Los resultados del análisis bromatológico de follaje y frutos de las arbóreas seleccionadas por los ganaderos confirman la importancia del conocimiento local en el uso y conservación de las arbóreas nativas, ya que éstas tienen alto contenido de proteína y moderada digestibilidad de la materia seca.

El conocimiento tradicional de los productores, enriquecido con la información agronómica generada en esta investigación, permiten realizar un manejo adecuado de las especies arbóreas con alto potencial forrajero en la región de estudio. Las tecnologías silvopastoriles: árboles dispersos en potreros, cercos vivos, bancos forrajeros, barreras rompeviento, pasturas en callejones y pastoreo en bosques naturales, pueden ser opciones para reducir los impactos negativos de la ganadería extensiva, la pérdida de la vegetación natural y la degradación de los suelos, en la Sierra de Huautla.

Literatura citada

- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, VA, USA.
- Alonso, J. 2011. Silvopastoral systems and their contribution to the environment. Cuban Journal of Agricultural Science. 45: 107-114.
- Blake, J. G.; Loiselle, B. A.; Moermond, T. C.; Levey, D. J., & Denslow, J. S. 1990. Quantifying abundance of fruits for birds in tropical habitats. *Studies in Avian Biology*. 13:73-79.
- CETENAL. 1976. Carta Topográfica 1/50 000: Mapa E14-A-79 Tilzapotla; Mapa E14-A-59 Cuernavaca; Mapa E14-A-69 Jojutla; Mapa E14-B-61 Tepalcingo. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México, D.F.
- Cisneros, M. 1996. Producción de forrajes a partir de árboles proteicos. Memorias del XI Forum de Ciencia y Técnica. Bayamo, Cuba. 32 p.
- FIDAR. 2003. Manual de capacitación: sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola. Santiago de Cali, Colombia. 54 p.
- Hartmann, T. H.; Dale, E. K. and Davies, T. F. Jr. 1990. Plant Propagation: Principles and Practices. Fifth. Edition. Regents/Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. 647 p.
- Harvey, C. A.; Guindon, C. F.; Harber, W. A.; Hamilton, D. y Murray, K. G. 2008. Importancia de los fragmentos de bosque, los árboles dispersos y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional de Monteverde, Costa Rica. In: Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Eds. C.A. Harvey & J.C. Sáenz. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBIO, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 289-326 pp.
- of local knowledge in the use and conservation of native trees, as they are high in protein and moderate digestibility of dry matter.
- The traditional knowledge of producers, enriched with agronomic information generated in this investigation, allow proper management of tree species with high potential forage in the study region. The silvopastoral technologies: scattered trees in pastures, hedgerows, fodder banks, windbreak barriers, pastures in alleys and grazing in natural forests may be options to reduce the negative impacts of ranching, loss of natural vegetation and degradation soil, in the mountain range of Huautla.

End of the English version



- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. y Rojas, J. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. Pastos y Forrajes. 29: 383-419.
- INEGI. 1981. Síntesis geográfica del estado de Morelos. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. Rules and annexus. Seed Science and Technology. 27:155.
- López, H. M. A.; Rivera, L. J. A.; Ortega, R.; Escobedo, M.; Magaña, M.; Sanguinés, G. y Sierra, V. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Róo. Técnica Pecuaria en México. 46: 205-215.
- Nair, P. K. R.; Kumar, B. M. and Nair, V. D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 172: 10-23.
- Nair, P. R.; Nair, V. D.; Kumar, B. M. and Showalter, J. M. 2010. Chapter five-carbon sequestration in agroforestry systems. Advances in agronomy. 108: 237-307.
- CONANP. 2005. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 207 p.
- Pérez, L. H. 2003. Potencial de árboles y arbustos forrajeros en la Trinitaria, Chiapas, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México. México. 122 p.
- Petit, J. 1994. Árboles y arbustos forrajeros. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida-Venezuela. 174 p.
- Pezo, D. y Ibrahim, M. 1997. Sistemas silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. FIRA Boletín Informativo (México). 29: 2-44.
- Pinto, R. R.; Hernández, D.; Gómez, H.; Cobos, M. A.; Quiroga, R. y Pezo, D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. Universidad y ciencia. 26: 19-31.
- Raintree, J. B. 1987. The state of the art in agroforestry diagnosis and design. Agroforestry Systems, 5: 219-250.

- SAS, 2009. SAS User's Guide: Statistics (Release 9.2). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Scheaffer, R. L.; Mendenhall, W. y Ott, L. 1987. Muestreo Estadístico. Editorial Latinoamericana. México, DF. 250 p.
- Steel, G. D. R.; Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: Biometrical approach. The McGraw-Hill Companies, Inc, 637 p.
- Solórzano, N.; Romero, F. y Cuello, N. 2008. Potencial forrajero de los bosques de Mesa de Cavacas, Estado Portuguesa, Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. 21:1-17.
- Uribe, G. M.; Cruz, L. A.; Juárez, R. D.; Lara, B. A.; Romo, L. J. L.; Valdivia, A. R. y Portillo, V. M. 2015. Importancia del diagnóstico rural para el desarrollo de un modelo agroforestal en las comunidades campesinas de la sierra de Huautla. Revista Científica Ra Ximhai. 11:197-208.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.
- Vessuri, H. 2004. La hibridización del conocimiento. La tecnociencia y los conocimientos locales a la búsqueda del desarrollo sustentable. Convergencia Revista de Ciencias Sociales. 35: 171-191.
- Villarruel, F. M.; Morales, N. C. G.; López, S. O. y Santiz, M. G. 2007. Paquete tecnológico para el empleo de *Guazuma ulmifolia* Lam., una estrategia ecológica y productiva. En: XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz. IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Boca del Río, Veracruz. 5 p.