

# CALIDAD Y POTENCIAL FORRAJERO DE ESPECIES DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA SIERRA DE MANANTLÁN, MÉXICO

## FORRAGE QUALITY AND POTENTIAL OF SPECIES FROM THE SIERRA DE MANANTLÁN (MÉXICO) TROPICAL DRY FOREST

Mario A. Carranza-Montaño<sup>1</sup>, Lázaro R. Sánchez-Velásquez<sup>1,2</sup>,  
Ma. del Rosario Pineda-López<sup>1,3</sup> y Ramón Cuevas-Guzmán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología Aplicada. Instituto Manantlán. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional Núm. 151, Autlán, Jalisco. México. <sup>2</sup>Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Parque Ecológico "El Haya", salida de Xalapa, carretera vieja Coatepec-Xalapa, Veracruz. Apartado Postal Núm. 551, Tel. 228 8188907, Fax: 228 8121357. (lasanchez@uv.mx). <sup>3</sup>Dirección General de Apoyo al Personal Académico. Universidad Veracruzana. Juárez s/n, Centro. 91000. Xalapa, Veracruz.

### RESUMEN

El bosque tropical caducifolio, dentro de los ecosistemas tropicales del mundo, es el que está en mayor peligro de extinción. Se estudió la calidad y el potencial forrajero de diecinueve especies de plantas presentes en cinco sitios de bosque tropical caducifolio y tres pastizales del ejido de Zenzontla de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México. Todos los sitios corresponden a zonas de pastoreo utilizadas por ganado de los ejidatarios. Se determinaron diecinueve especies (herbáceas, arbustivas y arbóreas) utilizadas como forraje, se evaluó por especie la producción de biomasa (peso seco) y se hizo análisis bromatológico. Los resultados mostraron que las gramíneas fueron las especies con mayor producción de biomasa por metro cuadrado ( $3.65 \pm 0.53 \text{ kg m}^{-2}$ ); sin embargo, *Verbesina greenmanii*, *Leucaena esculenta* y *Acacia riparia* presentaron más nutrientes. La especie no gramínea con mayor potencial en cantidad y calidad de forraje fue *Verbesina greenmanii* ( $2.43 \pm 0.30 \text{ kg m}^{-2}$ ). Dos estratos, uno arbóreo y otro herbáceo, podrían producir más biomasa que un pastizal.

**Palabras clave:** *Verbesina greenmanii*, árboles, arbustos, bosque tropical caducifolio, forraje, Manantlán.

### INTRODUCCIÓN

El trópico húmedo y subhúmedo de México ha sido el área de preferencia para la expansión ganadera en los últimos veinticinco años. La forma extensiva de esta ganadería ha propiciado la deforestación acelerada de grandes extensiones de terreno de los últimos restos de los bosques tropicales de México (Rzedowski, 1978). Dentro de esta categoría está el bosque subhúmedo tropical que incluye el bosque tropical subcaducifolio, caducifolio y espinoso (Rzedowski, 1978). El occidente de México es considerado como centro de endemismos

### ABSTRACT

Among tropical ecosystems, the tropical dry forest is the most endangered. We studied forage quality and potential production for nineteen plant species in five tropical dry forest and three grassland sites at ejido "Zenzontla", Sierra de Manantlán Biosphere Reserve (México). All sites are being grazed by livestock of the ejido peasants. We identified nineteen species (herbs, shrubs and trees) used as forage and we evaluated each species' dry weight and performed proximal analysis. Results showed that the Gramineae group produced higher biomass per square meter ( $3.65 \pm 0.53 \text{ kg m}^{-2}$ ). However, *Verbesina greenmanii*, *Leucaena esculenta* and *Acacia riparia* showed higher nutrient content. *Verbesina greenmanii* was the non-gramineae species with higher forage quality and production potential ( $2.43 \pm 0.30 \text{ kg m}^{-2}$ ). Two layers, trees and herbs, in the tropical dry forest, might produce more dry biomass than grassland alone.

**Key words:** *Verbesina greenmanii*, trees, shrubs, tropical dry forest, forage, Manantlán.

### INTRODUCTION

Mexico's humid and sub-humid tropic has been the preferential area for cattle expansion for the last twenty-five years. The extensive form of cattle production has favoured the accelerated deforestation of great extensions of land from the last remains of Mexico's tropical forests (Rzedowski, 1978). Within this category there is the tropical sub-humid forest, which includes the sub-deciduous, dry and thorny forest (Rzedowski, 1978). Western México is considered a centre of endemic species of plants of the tropical dry forest (Gentry, 1995).

The sub-humid tropical forests have a high utilization potential, and in them important forage species have been identified: *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum* and

Recibido: Agosto, 2001. Aprobado: Diciembre, 2002.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 37: 203-210. 2003.

de especies de plantas del bosque tropical caducifolio (Gentry, 1995).

Los bosques tropicales subhúmedos tienen un alto potencial utilitario y en ellos se han registrado especies forrajeras importantes: *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum* y especies de los géneros *Leucaena* y *Acacia*, entre muchas otras (Flores, 1993; Flores *et al.*, 1998). La paradoja es que especies importantes, tanto de uso forrajero como comestible y medicinal, están desapareciendo por la tala de dicho hábitat para sustituirlo por pastizales (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2002). Se calcula que 2.93 millones de hectáreas de la zona subhúmeda de México han sido convertidas en pastizales (Toledo, 1992, citado por Challenger, 1998).

La ganadería extensiva en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), también forma parte del escenario de la problemática ganadera que México comparte con otros países con este mismo recurso natural (selva baja caducifolia y subcaducifolia). Estos bosques son los que están en mayor peligro de extinción dentro de los ecosistemas tropicales del mundo, y se sabe poco sobre la función de las especies de plantas del bosque tropical caducifolio en la ganadería extensiva (Janzen, 1988).

La evaluación del potencial forrajero de los bosques tropicales caducifolios, llamados también selva baja (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978), es importante para la ejecución de prácticas productivas sustentables. Este trabajo es una contribución al conocimiento del potencial forrajero que tienen algunas especies del bosque tropical caducifolio. La pregunta es: ¿Cuál es la calidad y cantidad forrajera de algunas especies importantes del bosque tropical caducifolio *versus* los pastos que crecen en parcelas adyacentes?

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área de estudio

El ejido Zenzontla está situado en el municipio de Tuxcacuesco (Estado de Jalisco, México) al norte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, por el cual atraviesa el río Ayuquila. El clima es tropical seco, cálido y subhúmedo con una precipitación anual de 900 mm (Martínez *et al.*, 1991). El régimen de lluvias es de verano, con marcados periodos de estiaje y de lluvias; lo anterior genera problemas en el manejo del ganado, ya que no hay forraje disponible durante el periodo de estiaje (entre octubre y junio).

### Selección de especies forrajeras y análisis bromatológico

La identificación de las especies con potencial forrajero de la selva baja caducifolia y de tres pastizales se hizo de la siguiente manera: a) observación directa del comportamiento del ganado (selección de especies vegetales por el ganado); b) pláticas con diez

species of the genera *Leucaena* and *Acacia*, among many others (Flores, 1993; Flores *et al.*, 1998). The paradox is that important species, used as forage as well as medicines and human food, are disappearing because of the deforestation of such habitat to be substituted by grassland sites (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2002). It is calculated that 2.93 millions ha of Mexico's sub-humid area have been converted to grassland (Toledo, 1992, quoted by Challenger, 1998).

Extensive livestock production in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve (RBSM) is also part of the scenario of cattle situation that México shares with other countries with the same natural resource (low sub-deciduous and dry forest). These forests are the most threatened with extinction among the tropical ecosystems of the world, but little is known about the function of dry forest species in extensive cattle production (Janzen, 1988).

The evaluation of the forage potential of tropical dry forests, also called "selva baja" (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978), is important to carry out sustainable productive practices. This paper is a contribution to the knowledge of the forage potential of some dry forest species. The question is: What is the forage quality and quantity of some important species of the tropical dry forest *versus* pasture growing in adjacent plots?

## MATERIALS AND METHODS

### Location of the area of study

The ejido "Zenzontla" is situated in the council of Tuxcacuesco (State of Jalisco, México), north from the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, crossed by the river Ayuquila. The climate is dry tropical type, warm and sub-humid, with a yearly precipitation of 900 mm (Martínez *et al.*, 1991). The rain pattern is in summer, with marked periods of low water level and rains, which entails problems in cattle management because there is no forage available during the dry period (between October and June).

### Selection of forage species and chemical composition analysis

The identification of species with forage potential of the low dry forest and of three pastures was done as follows: a) direct observation of cattle behaviour (selection of plant species by cattle); b) talks with ten herd owners; and c) ten open interviews to other producers. Nineteen species, considered as the most important by cattlemen, were selected, and herbarium specimens were collected from five sites: La Presa, La Taberna, La Mojotera, El Palo Fierro and El Espinal (an area recently abandoned after being cultivated). After identifying the species, plant parts edible by cattle, alongside fruits produced by some of these species (ten specimens per species maximum), were collected; their fresh and dry weight were measured. Chemical composition

dueños de hatos; y c) diez entrevistas abiertas a otros productores. Se seleccionaron diecinueve especies consideradas las más importantes por los ganaderos y se recolectaron ejemplares de herbario de cinco sitios: La Presa, La Taberna, La Mojotera, El Palo Fierro y El Espinal (un área recientemente abandonada después de ser cultivada). Una vez identificadas las especies, se recolectaron las partes vegetativas consumibles por el ganado, así como los frutos producidos por algunas de estas especies (máximo diez individuos por especie); se midió peso fresco y peso seco por planta. Se hizo análisis bromatológico de muestras de follaje y frutos (200 g de materia seca, MS): MS, proteína cruda (PC), grasa cruda, fibra cruda (FC), cenizas (CEN), extracto libre de nitrógeno (ELN), calcio (Ca) y fósforo (P). El análisis se realizó en el laboratorio del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara.

#### Estimación de la producción de biomasa por especie

La evaluación de la biomasa por especie se realizó en la temporada en que ésta es aprovechada por el ganado; es decir, existen diferencias en el periodo de uso y fenología de las especies de plantas. De igual manera, sólo se recolectaron las partes de las plantas que consume el ganado.

La producción de especies arbóreas como el capirí (*Sideroxylon capiri*), la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y el mojote (*Brosimum alicastrum*) se evaluó a través de recolectores colocados al azar debajo de cinco árboles (dos recolectores circulares de un metro cuadrado por árbol), seleccionados también al azar; *i.e.*, los individuos más cercanos a puntos elegidos al azar, tomando como referencia un mapa escala 1:10000. Esto se hizo en el periodo de la caída de hojas y frutos (febrero a mayo para las tres especies), durante el cual los consume el ganado. Se recolectó el material cada dos semanas.

Para los individuos arbustivos se recolectaron las partes consumibles por el ganado (puntas tiernas de las ramificaciones y ramificaciones completas, hasta una altura de 2 m) de entre cinco y diez individuos seleccionados al azar. Se registró también el área de la cobertura y el peso seco de las partes consumibles por el ganado. El peso seco se calculó en kg por m<sup>2</sup> de cobertura. Las recolectas se llevaron a cabo durante el periodo de lluvias (agosto-septiembre), cuando el ganado forrajea libremente.

En tres pastizales relativamente homogéneos (dominados por *Chloris gayana*, *Panicum maximum* y *Andropogon gayana*) se distribuyeron al azar cinco cuadros de un metro cuadrado en cada uno de ellos. En cada cuadro se cortó toda la biomasa superficial de los pastos y se llevó al laboratorio para obtener el peso seco por metro cuadrado. Para las especies herbáceas, se recolectó el total de la parte aérea y se obtuvo el peso seco de los individuos seleccionados al azar y se evaluó el peso seco en kg por m<sup>2</sup> de cobertura. La recolecta de pastos y hierbas se realizó durante mayo y agosto-septiembre. Para obtener el peso seco, todo el material fresco fue deshidratado a 60-65 °C por 48 h. El trabajo de campo y los análisis de laboratorio se hizo durante 1999.

La producción de peso seco por especie se comparó a través de un análisis de varianza y comparaciones múltiples de Student-Newman-Keuls, usando el proceso de modelos lineales generalizados

analysis of foliage and fruits was performed (200 g of dry matter, MS): MS, crude protein (PC), crude fat, crude fibre (FC), ashes (CEN), nitrogen-free extract (ELN), calcium (Ca) and phosphorus (P). The analysis was carried out in the Centro Universitario de la Costa Sur-Universidad de Guadalajara laboratory.

#### Estimate of biomass production per species

Biomass evaluation, per species, was performed during the period when the cattle use it, *i. e.*, there are differences in the utilization period and phenology of the plants species. In the same way, only the plant parts consumed by cattle were collected.

The production of tree species such as the “capirí” *Sideroxylon capiri*, the “parota” *Enterolobium cyclocarpum*, and the “mojote” *Brosimum alicastrum* was evaluated through collectors randomly situated under five trees (two circular collectors of one square metre per tree), also selected at random; *i.e.*, the closest specimens to points randomly selected, taking as reference a map on a 1:10000 scale. This was done during the fall of leaves and fruits (February to March for the three species), when it is consumed by the cattle. Materials were collected every two weeks.

As to shrub specimens, parts edible by cattle (tender ends of ramifications and whole ramifications, to a height of 2 m) from between five and ten randomly selected specimens, were recollected. The individual cover area and the dry weight of the parts edible by cattle were also recorded. The dry weight was calculated in kg per m<sup>2</sup> by cover. The collections were carried out during the rainy period (August-September), when cattle graze freely.

In each of three relatively homogeneous grassland sites (dominated by *Chloris gayana*, *Panicum maximum* and *Andropogon gayana*), five squares of one square meter were randomly distributed. In each square, all the superficial biomass of the grass was cut and brought to the laboratory to obtain the dry weight per square meter. As to herbaceous species, the total of the aboveground part was collected, the dry weight of the randomly selected specimens was obtained, and the dry weight was measured in kg per m<sup>2</sup> of growth. The grass and herbs were collected during May and August-September. To obtain the dry weight, all the fresh materials were dehydrated at 60-65 °C for 48 h. The fieldwork and analyses were carried out during 1999.

The dry weight production per species was compared through a variance analysis and Student-Newman-Keuls multiple comparisons, using the generalized linear model process (SAS, ver. 6.04, 1988). The data were compared using, as a criterion, the quantity of biomass immediately available for the cattle once it is introduced to the grassland site or the forest. The quantity of biomass consumed during the whole period (new sproutings) was not determined.

The plant parts consumed by the cattle (leaves and fruits) were visually evaluated in the summer grazing areas. The cattle were followed and the plant parts consumed were observed, as well as the state of phenological ripeness preferred by the cattle. The field observations were between 30 and 105 min per cow during three visits, in herds with 8 to 20 cows.

(SAS, ver. 6.04, 1988). Los datos se compararon usando como criterio la cantidad de biomasa inmediatamente disponible para el ganado una vez que es introducido al pastizal o al bosque. No se evaluó la cantidad de biomasa que consume durante todo el periodo (nuevos rebrotes).

Las partes de las plantas consumidas por el ganado (hojas y fruto) se evaluaron de forma visual en las áreas de agostadero. Se siguió al ganado y se observaron las partes de la planta que consumían, así como el estado de madurez fenológica que prefiere el ganado. Las observaciones en campo fueron de 30 a 105 min por vaca durante tres visitas, en hatos con 8 a 20 vacas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Selección de especies

Se seleccionaron las diecinueve especies más utilizadas por el ganado en el ejido de Zenzontla (Cuadro 1). La distribución de las principales especies forrajeras dentro de los sitios seleccionados fue variable: en La Presa están presentes nueve especies de las diecinueve seleccionadas; en La Taberna y en La Mojotera, seis especies, en El Espinal (terreno de cultivo) sólo se encontraron dos especies. Por último, en Palo Fierro se registraron cinco especies, de las cuales dos fueron pastos (Cuadro 1).

Las especies seleccionadas son muy comunes dentro de los sitios, y dominan en forma de manchones los lugares dedicados a la actividad agrícola y ganadera en los bosques tropicales caducifolios de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Cuevas *et al.*, 1998).

### Partes de las plantas consumidas por el ganado

En la etapa de desarrollo vegetativo (temporada de lluvias), las hojas de las especies del género *Acacia* son altamente preferidas por el ganado. Por otro lado, los frutos son consumidos principalmente durante las etapas de maduración.

*Guazuma ulmifolia* es consumida en cualquier etapa de desarrollo; sin embargo, cuando los frutos se desarrollan (temporada de estiaje), el ramoneo de hojas disminuye. El ganado consume las herbáceas como *Verbesina greenmanii* y *Viguiera dentata* desde etapas tempranas de desarrollo hasta que se inicia la floración o poco antes de que ocurra (temporada de lluvias). De las especies arbóreas de mayor tamaño (*Prosopis laevigata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce* y *Leucaena esculenta*) se consumen principalmente sus frutos. De *Brosimum alicastrum* y *Sideroxylon capiri*, el ganado consume frutos y hojas, que son levantados del suelo por el ganado. La caída de hojas de *B. alicastrum* coincide con la de los frutos, mientras que *S. capiri* primero tira los frutos y después las hojas,

## RESULTS AND DISCUSSION

### Selection of species

The nineteen species most used by the cattle in the ejido "Zenzontla" were selected (Table 1). The distribution of the main forage species within the selected sites was variable: in La Presa there were nine species of the selected nineteen, in La Taberna and La Mojotera six species, in El Espinal (cultivated land) only two species were found. Finally, in Palo Fierro five species were identified, of which two were grasses (Table 1).

The selected species are very common in the sites, and they dominate in the form of patches the places devoted to agriculture and cattle production in the tropical dry forests of the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve (Cuevas *et al.*, 1998).

### Plant parts consumed by the cattle

At the stage of vegetative development (rainy season), the genus *Acacia* leaves is highly preferred by cattle. On the other hand, fruits are mainly consumed during the mature stage.

**Cuadro 1. Especies forrajeras por sitios de muestreo, ejido Zenzontla, Tuxcacuesco, Jalisco, México.**

**Table 1. Forage species by sampling sites, ejido "Zenzontla", Tuxcacuesco, Jalisco, México.**

Sitio	Nombre común	Nombre científico
La Presa	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>
	Huizache blanco	<i>A. cochliacantha</i>
	Chachahuite	<i>A. macilenta</i>
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>
	Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
	Herbácea 1	Compositae
	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
La Taberna	Herbácea 2	<i>Viguiera dentata</i>
	Tacote	<i>Verbesina greenmanii</i>
	Guaje	<i>Leucaena esculenta</i>
	Craca	<i>Coursetia caribaea</i>
	Parotilla	<i>Albizia tomentosa</i>
La Mojotera	Herbácea 1	Compositae
	Herbácea 2	<i>Viguiera dentata</i>
	Mojote	<i>Brosimum alicastrum</i>
	Tempizque/capiro	<i>Sideroxylon capiri</i>
	Parotilla	<i>Albizia tomentosa</i>
	Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
	Tasajillo	<i>Acacia riparia</i>
El Espinal	Pasto afropogon	<i>Andropogon gayanus</i>
	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>
El Palo Fierro	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	Guazima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>
	Tasajillo	<i>Acacia riparia</i>
	Pasto rhodes	<i>Chloris gayana</i>
Pasto guinea	<i>Panicum maximum</i>	

las que son liberadas durante la temporada de estiaje. Por tanto, estas especies son importantes como recursos forrajeros para el ganado. *Coursetia caribaea* y *Albizia tomentosa* son especies consumidas en su totalidad por el ganado durante la temporada de lluvias.

Los pastos son utilizados sólo en periodo de estiaje. Debido a ello, el contenido de nutrimentos y la producción de forraje disminuyen considerablemente, pues no se hacen cortas secuenciales y se le permite al ganado el libre acceso a las áreas de pastizal. Esto causa su deterioro y evita una mejora en el siguiente periodo de lluvias.

### Evaluación de la producción de biomasa

La cantidad de forraje por especie fue diferente ( $p < 0.001$ ). La mayor producción por metro cuadrado fue de las tres gramíneas (*Chloris gayana*, *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*) y *Verbesina greenmanii*; la especie con menor producción fue *Pithecellobium dulce* (Figura 1). Los datos son sólo comparables por metro cuadrado; no se puede extrapolar a hectárea esta información preliminar, ya que se sobrestimaría la producción de forraje en el bosque (no se encuentran las especies distribuidas en manchones puros dentro del mismo).

### Análisis bromatológico

Las tres especies con más alto contenido de PC en hojas y ramas tiernas fueron *Verbesina greenmanii*

*Guazuma ulmifolia* is consumed in all development stages; nevertheless, when the fruits develop (dry season), browsing of leaves diminishes. Cattle consume herbaceous plants such as *Verbesina greenmanii* and *Vigueira dentate* since early stages of development to the start of blossom time or just before it (rainy season). Among the bigger tree species (*Prosopis laevigata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce* and *Leucaena esculenta*) mainly the fruits are consumed. Of *Brosimum alicastrum* and *Sideroxylon capiri*, the cattle consume fruits as well as leaves, which are lifted from the ground by the cattle. Leaves fall from *B. alicastrum* at the same time as fruits, while *S. capiri* fruits fall before leaves, which are released during the dry season. Therefore, these species are important as forage resources for the cattle. *Coursetia caribae* and *Albizia tomentosa* are species totally consumed by cattle during the rainy season.

Grassland sites are used only during the dry season. Therefore, the nutrient content and forage production greatly diminish, as sequential cuttings are not carried out and the cattle is allowed free access to the grassland area. This is a cause for deterioration and avoids improvements in the following rainy season.

### Biomass production evaluation

The forage biomass among species was different ( $p < 0.001$ ). The highest production per square meter was the three Gramineae's (*Chloris gayana*, *Andropogon*

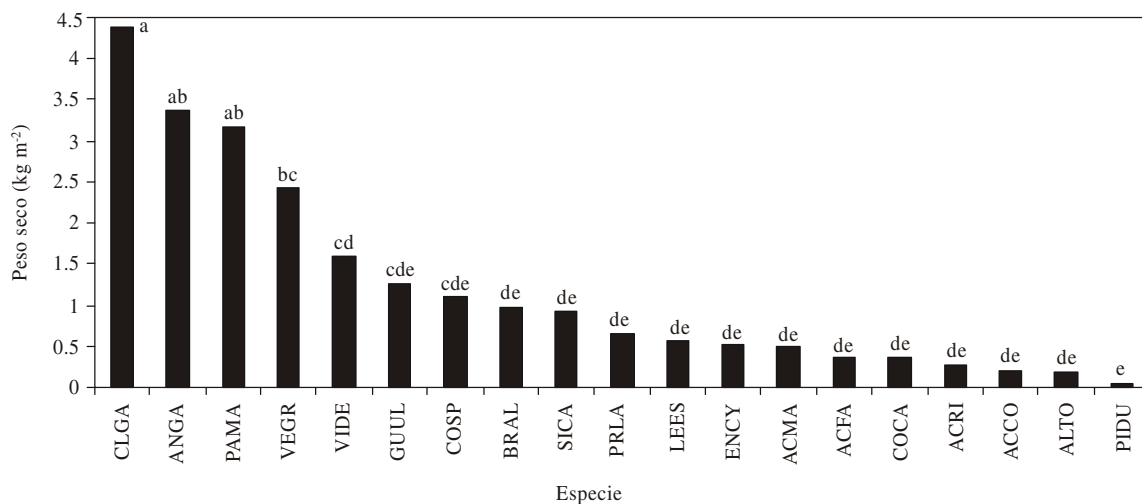


Figura 1. Producción de biomasa (peso seco en kg m<sup>-2</sup>) por especie. Letras iguales en la parte superior de cada barra señalan que no hay diferencias significativas (Student-Newman-Keuls,  $p=0.05$ ). CLGA *Chloris gayana*, ANGA *Andropogon gayanus*, PAMA *Panicum maximum*, VEGR *Verbesina greenmani*, VIDE *Vigueira dentata*, GUUL *Guazuma ulmifolia*, COSP *Compositae sp.*, BRAL *Brosimum alicastrum*, SICA *Sideroxylon capiri*, PRLA *Prosopis laevigata*, LEES *Leucaena esculenta*, ENCY *Enterolobium cyclocarpum*, ACMA *Acacia macilenta*, ACFA *Acacia farnesiana*, COCA *Coursetia caribaea*, ACRI *Acacia riparia*, ACCO *Acacia cochliacantha*, ALTO *Albizia tomentosa*, PIDU *Pithecellobium dulce*.

Figure 1. Biomass production (dry weight in kg m<sup>-2</sup>) per species. The same letters in the upper part of each bar indicate that there is no significant difference (Student-Newman-Keuls,  $p=0.05$ ).

(27.21%), *Leucaena esculenta* (25.32%) y *Acacia riparia* (24.16%), mientras que los pastos típicos de la región tuvieron hasta seis veces menos (Cuadro 2). En otro estudio (Flores, 1993) la proteína cruda fue 2.6% para *Panicum maximum* y 3.45% para *Chloris gayana*. Los pastos, en general, tienen menos proteína que las leguminosas (Wattiaux, 1995). La PC de *Verbesina greenmanii* (27.21%) es mayor que la de *Verbesina perymenioides* (11.8%) en Chiapas (Nahed *et al.*, 1997), pero similar al de *Verbesina myriocephala* (23%) en América Central (Benavides, 1998). La PC de las especies del género *Acacia* de este estudio fue similar al de otras especies de este género en Venezuela (Newman *et al.*, 1999). *Brosimum alicastrum* tuvo 12.96% de proteína cruda, muy similar a lo reportado por Flores (1993).

El más alto contenido de Ca en hojas y ramas tiernas estuvo en una Compositae no determinada (4.51%), *Coursetia caribea* (3.52%) y *Verbesina greenmanii* (3.51%). Para los árboles, *Brosimum alicastrum* tuvo más Ca (3.26%), mientras que *Andropogon gayanus* fue el pasto que tuvo mayor porcentaje (1.3%). Flores (1981) menciona que *Leucaena leucocephala* tiene un bajo contenido de Ca (1.5%), que es menor que el de la mayoría de las arbóreas en el presente estudio. Las especies arbóreas estudiadas están dentro del intervalo de especies con alto contenido de PC (12-30%) para árboles forrajeros tropicales (Flores *et al.*, 1998).

Por los periodos de recolecta y tamaño de los frutos, sólo fue posible realizar análisis bromatológico de los frutos de once especies (Cuadro 3). Las cuatro especies

*gayanus* and *Panicum maximum*) and *Verbesina greenmanii*; the species with the lowest production was *Pithecellobium dulce* (Figure 1). The data are only comparable per square metre; this preliminary information cannot be extrapolated per hectare, since forage production in the forest would be overestimated (the species are not found in pure patches in the forest).

### Chemical composition analysis

The three species with the highest content of PC in leaves and tender branches were *Verbesina greenmanii* (27.21%), *Leucaena esculenta* (25.32%) and *Acacia riparia* (24.16%), while the region typical pastures had up to six times less (Table 2). In another study (Flores, 1993), the crude protein was 2.6% for *Panicum maximum* and 3.45% for *Chloris gayana*. Pastures, in general, contain less protein than legumes (Wattiaux, 1995). The PC in *Verbesina greenmani* (27.21%) is more than in *Verbesina perymenioides* (11.8%) in Chiapas (Nahed *et al.*, 1997), but similar to *Verbesina myriocephala* (23%) in Central America (Benavides, 1998). The PC in the genus *Acacia* species, in this study, was similar to other species of this genus in Venezuela (Newman *et al.*, 1999). *Brosimum alicastrum* had 12.96% crude protein, very similar to that reported by Flores (1993).

The highest Ca content in leaves and tender branches was in an unspecified Compositae (4.51%), *Coursetia caribea* (3.52%) and *Verbesina greenmanii* (3.51%). As for trees, *Brosimum alicastrum* had more Ca (3.26%),

**Cuadro 2. Análisis bromatológico (%) y peso seco (kg m<sup>-2</sup>) de hojas de las principales especies forrajeras en el ejido Zenzontla, Tuxcacuesco, Jalisco, México.**

**Table 2. Chemical composition analysis (%) and dry weight (kg m<sup>-2</sup>) of leaves of the main forage species in the ejido "Zenzontla", Tuxcacuesco, Jalisco, México.**

Especie	Humedad	PC	Cenizas	GC	FC	ELN	Calcio	Fósforo	Peso seco
<i>Acacia cochliacantha</i>	89.52	16.91	8.09	1.67	20.10	53.23	2.31	0.10	0.204 ± 0.058
<i>A. farnesiana</i>	93.51	21.12	2.36	2.52	34.07	39.93	2.00	0.12	0.363 ± 0.087
<i>A. macilenta</i>	91.47	13.98	12.75	2.95	26.10	44.22	2.67	0.14	0.492 ± 0.077
<i>A. riparia</i>	93.00	24.16	7.14	1.43	10.93	56.34	–	–	0.278 ± 0.110
<i>Albizia tomentosa</i>	93.00	20.46	6.86	6.97	42.67	23.04	1.38	–	0.179 ± 0.013
<i>Andropogon gayanus</i>	85.80	5.1	7.3	1.0	37.25	49.33	1.30	0.22	3.372 ± 0.331
<i>Brosimum alicastrum</i>	91.00	12.96	16.64	2.85	24.07	43.48	3.26	0.15	0.957 ± 0.128
Compositae	87.57	19.20	19.42	0.86	32.92	27.60	4.51	0.09	1.110 ± 0.225
<i>Coursetia caribea</i>	92.00	21.24	13.94	2.49	33.08	29.25	3.52	–	0.356 ± 0.127
<i>Chloris gayana</i>	90.68	5.42	7.86	1.33	40.00	45.39	1.05	0.00	4.394 ± 0.529
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	93.00	17.49	9.58	3.30	36.01	33.62	–	–	0.510 ± 0.071
<i>Guazuma ulmifolia</i>	92.05	12.50	11.77	0.94	27.47	47.32	2.45	0.13	1.257 ± 0.161
<i>Leucaena esculenta</i>	93.82	26.38	5.66	0.84	15.86	51.26	0.55	0.34	0.556 ± 0.093
<i>Panicum maximum</i>	87.75	5.4	–	1.56	40.45	52.58	–	–	3.170 ± 0.736
<i>Pithecellobium dulce</i>	94.00	22.37	4.01	1.50	23.48	48.64	0.63	0.30	0.041 ± 0.003
<i>Prosopis laevigata</i>	94.00	12.6	3.95	2.27	23.37	57.79	0.42	0.20	0.6523 ± 0.033
<i>Sideroxylon capiri</i>	94.00	13.07	8.98	2.93	26.94	48.08	2.84	0.35	0.931 ± 0.065
<i>Verbesina greenmanii</i>	86.91	27.21	19.33	1.92	22.66	28.88	3.51	0.12	2.426 ± 0.303
<i>Viguiera dentata</i>	94.50	17.25	4.95	1.31	16.88	59.61	0.30	–	1.600 ± 0.556

PC = proteína cruda; GC = grasa cruda; FC = fibra cruda; ELN = extracto libre de nitrógeno.

**Cuadro 3. Análisis bromatológico (%) en frutos por especie forrajera en el ejido de Zenzontla.**  
**Table 3. Chemical composition analysis (%) of fruits per forage species in the ejido "Zenzontla".**

Nombre científico	Humedad	P c	Cenizas	Gc	F c	E.L.N	Calcio	Fósforo
<i>Acacia cochliacantha</i>	89.52	12.32	7.92	2.82	9.73	67.2	2.31	0.10
<i>A. farnesiana</i>	93.51	17.21	2.72	1.14	16.79	62.14	2.00	0.12
<i>A. macilenta</i>	92.00	18.05	4.02	1.05	28.37	48.50	0.00	0.00
<i>A. riparia</i>	93.00	17.01	6.90	1.26	27.3	47.54	2.32	0.07
<i>Brosimum alicastrum</i>	91.00	8.65	14.7	0.62	2.98	73.08	2.67	0.14
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	93.00	18.28	9.37	4.21	25.45	42.68	4.51	0.09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	92.05	6.44	10.93	2.02	30.85	49.76	3.52	0.00
<i>Leucaena esculenta</i>	92.00	26.43	5.44	0.84	15.89	51.39	0.55	0.34
<i>Pithecellobium dulce</i>	94.00	14.28	9.08	3.1	13.77	59.77	0.30	0.00
<i>Prosopis laevigata</i>	94.00	12.61	3.73	2.27	23.27	57.80	0.55	0.34
<i>Sideroxylon capiri</i>	94.00	7.99	8.98	10.19	61.28	15.05	3.51	0.12

Pc = proteína cruda; Gc = grasa cruda; Fc = fibra cruda; E.L.N = extracto libre de nitrógeno.

con más PC en los frutos fueron *Leucaena esculenta* (26.37%), *Enterolobium cyclocarpum* (18.69%), *Acacia macilenta* (17.98%), y *Acacia riparia* (17.61%). Solamente la PC de los frutos de *L. esculenta* fue comparable a los tres valores más altos obtenidos en hojas y tallos tiernos (Cuadro 2). Las especies con mayor cantidad de Ca en sus frutos fueron *Enterolobium cyclocarpum* (4.51%), *Guazuma ulmifolia* (3.52%) y *Sideroxylon capiri* (3.51%) (Cuadro 3).

### CONCLUSIONES

En la selva baja caducifolia de Zenzontla, Jal., existen especies ricas en proteína (*Verbesina greenmanii*, *Leucaena esculenta*, *Brosimum alicastrum* y *Enterolobium cyclocarpum*), y especies con un amplio potencial forrajero. Estas selvas tienen un alto potencial como fuentes alternativas para la ganadería de la región con especies nativas que, al mismo tiempo, brindan importantes servicios ambientales.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C., Department for International Development, Global Livestock Collaborative Research Support Program (proyecto PLAN), el Regente de la Universidad de California a través de una beca, dentro del Instituto para México y Estados Unidos, de la Universidad de California y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (MEXUS) y la Universidad de Guadalajara. Agradecemos a Guadalupe Hernández y Sathya Quintero, de la Universidad de Guadalajara y a Juan Márquez, del Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana, por la revisión y críticas que hicieron a este documento.

### LITERATURA CITADA

Benavides, J.E. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Tercera Conferencia electrónica

while *Andropogon gayanus* was the grass with the highest percentage (1.3%). Flores (1981) says that *Leucaena leucocephala* has a low Ca content (1.5%), which is less than the majority of trees in this study. The tree species studied are within the range of high PC content species (12-30%) for tropical forage trees (Flores *et al.*, 1998).

Due to collection periods and fruit sizes, it was only possible to perform chemical composition analysis of the fruits of eleven species (Table 3). The four species with highest PC content in fruits were *Leucaena esculenta* (26.37%), *Enterolobium cyclocarpum* (18.69%), *Acacia macilenta* (17.98%), and *Acacia riparia* (17.61%). Only the *L. esculenta* fruits PC was comparable to the three highest values obtained in leaves and tender stems (Table 2). The species with the highest Ca content in their fruits were *Enterolobium cyclocarpum* (4.51%), *Guazuma ulmifolia* (3.52%) and *Sideroxylon capiri* (3.51%) (Table 3).

### CONCLUSIONS

In the tropical dry forest of "Zenzontla", Jalisco, there are species rich in protein (*Verbesina greenmanii*, *Leucaena esculenta*, *Brosimum alicastrum* and *Enterolobium cyclocarpum*), and species with wide forage potential. These forests have a high potential as alternative resources for regional cattle production with native species which, at the same time, provide important ecological services.

—End of the English version—



de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 29 p.  
Cuevas G.,R., N. M. Nuñez L., L. Guzmán H. y F. Santana M. 1998. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra

- de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara 5: 445-491.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología UNAM, Agrupación Sierra Madre. S. C. 847 p.
- Flores M., J. A. 1981. Bromatología Animal. LIMUSA, México. 930.
- Flores M., J. A. 1993. Manual de Alimentación Animal. Serie Ciencia y Técnica, Grupo Noriega editores. México. Tomo II pp. 213-518.
- Flores O., J., D. Bolívar M., J. A. Botero y M. A. Murahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 10(1):1-7.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forest. *In*: Bullock, S. H., H. A. Mooney and E. Medina (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge. pp: 146-194.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest, the most endangered major tropical ecosystem. *In*: Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversity*. Natural Academy Press Washington D. C. pp. 130-137.
- Martínez R., L. M., J. Sandoval L. y R. Guevara. 1991. El clima de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Jalisco-Colima-México) y su área de influencia. *Agrociencia, Serie Agua-Suelo-Clima* 2: 107-119.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Nahed, J., L. Villafuerte, D Grande, F. Pérez-Gil, T. Alemán and J. Carmona. 1997. Fodder shrub and tree species in the Highlands of southern México. *Animal Feed Sci. Technol.* 68: 213-223.
- Newman, Y., H. Delgado, J. Zambrano and G. Sthormes. 1999. *Zapoteca formosa* (Kunth) H. Hern. Subsp. *formosa*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16: 196-203.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- Sánchez-Velásquez L. R., G. Hernández, M. Carranza, Ma, del R. Pineda-López., R. Cuevas G. y F. Aragón C. 2002. Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manantlán, México: Antagonismo de usos. *Polibotánica* 14: 29-52.
- SAS. 1988. *SAS/STAT User's Guide*, Release 6.03 edition. SAS Institute, Cary, North Carolina. 1028 p.
- Wattiaux, M. A. 1995. *Nutrición y Alimentación*. Guía Técnica Lechera. Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. University of Wisconsin-Madison. 130 p.