

SOBREVIVENCIA DE ÁRBOLES NATIVOS TROPICALES EN UN MÓDULO SILVOPASTORIL EN VERACRUZ, MÉXICO

SURVIVAL OF TROPICAL NATIVE TREES IN A SILVOPASTORAL SYSTEM IN VERACRUZ, MEXICO

Lorena López-De Buen^{1*}, Eduardo Aquino-Rodríguez¹, Yessenia Maciel-Pérez¹,
Concepción del C. Ahuja-Aguirre¹, Roberto Castillo-Tlapa¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Avenida Miguel Ángel de Quevedo esquina Yáñez s/n. Colonia Unidad Veracruzana, C.P. 91710, Veracruz, Veracruz. (lorelopez@uv.mx).

RESUMEN

En los sistemas de producción pecuaria la combinación de pastos con especies leñosas perennes optimiza el rendimiento y disminuye el impacto ambiental negativo. En 2006 se estableció un módulo silvopastoril en la Posta Zootécnica de la Universidad Veracruzana, con 791 plantas de los árboles nativos tropicales cocuite (*Gliricidia sepium*; Glse), cópite (*Cordia dodecandra*; Codo), guácimo (*Guazuma ulmifolia*; Guul), quebracho (*Diphysa robinoides*; Diro) y tihuixtle (*Caesalpinia cacalaco*; Caca). Desde el segundo año de plantación se permitió la entrada a bovinos para ramoneo. El objetivo fue generar información de apoyo mediante cuantificación del desarrollo y sobrevivencia de cinco especies nativas 11 años después de ser plantadas, de agosto a noviembre de 2017, y se espera que en condiciones similares la sobrevivencia y desarrollo de dichas especies sea diferente por sus características propias. El diseño experimental fue por bloques en serie con cinco tratamientos (especies) y 156 repeticiones por tratamiento. En una superficie de 2 ha se plantaron 13 hileras de árboles, en arreglo repetido Glse+Codo+Guul+Diro+Cala, con 3 m de distancia entre cada árbol y 5 m de separación entre hileras. Los ejemplares de cada especie se contabilizaron 11 años después, se midieron los diámetros del tronco o rama principal y se registró la altura a la cual se hizo la medición. La sobrevivencia general fue 57.7% ($p=0.02$), hubo diferencia entre especies en diámetro del tronco o rama principal ($p=0.03$) y la altura a la que se midió ($p=0.003$). En el módulo se identificaron ocho especies de árboles que crecieron naturalmente o se sembraron como sombra o barrera rompevientos: acacia amarilla (*Albizia lebbek*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), cedro (*Cedrela odorata*), guaje (*Leucaena leucocephala*), naxastle (*Enterolobium cyclocarpum*), roble (*Tabebuia rosea*), teca (*Tectona grandis*) y uvero (*Coccoloba uvifera*).

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: agosto, 2018. Aprobado: junio, 2019.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 53: 969-986. 2019.

ABSTRACT

In livestock production systems, the combination of pasture and woody perennials improves the yield and reduces the negative environmental impact. In 2006, a silvopastoral system was established at the experimental station (Posta Zootécnica: PZ) of the Universidad Veracruzana. It contained 791 native tropical trees of the following species: quickstick (*Gliricidia sepium*; Glse), cópite (*Cordia dodecandra*; Codo), West Indian elm (*Guazuma ulmifolia*; Guul), (*Diphysa robinoides*; Diro) and tihuixtle (*Caesalpinia cacalaco*; Caca). Starting from the second year after the trees were planted, livestock was brought into the PZ to browse on them. The objective of this study was to quantify the development and survival of five native species, 11 years after they were planted. The resulting support data was gathered from August to November 2017. Due to their specific characteristics, the survival and development of the said species is expected to be different under similar conditions. The experimental design was a series of blocks, with five treatments (species) and 156 replicates per treatment. Thirteen rows of trees were planted in a 2-ha surface, using the following repeated arrangement: Glse+Codo+Guul+Diro+Cala. The trees were planted 3 m apart from each other and the distance between rows was 5 m. Eleven years after they were planted, the specimens of each species were counted, the diameter of their trunks or main branches was measured and the height at which this measurement was carried out was recorded. The overall survival rate was 57.7% ($p=0.02$); there was a difference between species in the diameter of the trunk or main branch ($p=0.03$) and the height at which they were measured ($p=0.003$). Eight species of trees that had grown naturally in the system or that were planted to provide shade or serve as windbreak were identified: Indian siris (*Albizia lebbek*), Australian pine (*Casuarina equisetifolia*), Spanish cedar (*Cedrela odorata*), lead tree (*Leucaena leucocephala*), Elephant-ear tree (*Enterolobium cyclocarpum*), trumpet tree (*Tabebuia rosea*), teak (*Tectona grandis*) and sea grape (*Coccoloba uvifera*). Native

Los árboles tropicales nativos mantienen el sistema silvopastoril y producen alimento para ramoneo.

Palabras clave: agrosilvopastoril, árboles tropicales, componente arbóreo, silvopastoril.

INTRODUCCIÓN

En México, las actividades agrícolas y ganaderas son importantes económicamente, aunque causen cambios en el paisaje y afecten los recursos naturales (Marinidou y Jiménez, 2010). En los sistemas de producción pecuaria, con manejo integral y componente arbóreo en cercos vivos y parcelas arboladas, la combinación de pastos con especies leñosas perennes optimiza el rendimiento y disminuye el impacto negativo sobre el ambiente (Cotler y Cuevas, 2017).

Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria con sistemas de manejo integral, donde las plantas perennes como árboles y arbustos interactúan con los componentes principales, como animales y plantas forrajeras herbáceas (Llanderal, s/a). En estos sistemas se obtienen beneficios ambientales, y se crean hábitats propicios para la flora y la fauna, con microclimas más estables y sustentables; se promueve la producción de biomasa, la captura de carbono, la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes y la calidad de la dieta de los animales; además, se mejora la resiliencia y los beneficios netos de largo plazo; esto tiene un impacto positivo sobre el bienestar de los animales y los ingresos que perciben los productores (Alviar *et al.*, 2016).

En los sistemas silvopastoriles se trabaja con especies de árboles y arbustos, tanto exóticos como nativos, en diferentes modalidades: el pastoreo en plantaciones forestales y frutales (morera [*Morus alba*], café [*Coffea* spp.], naranja [*Citrus sinensis*], mango [*Mangifera* spp.], pera [*Pyrus* spp.], guayaba [*Psidium* spp.], palma de coco [*Cocos nucifera*], hule [*Hevea brasiliensis*]); los árboles dispersos, en callejones, cortinas rompevientos o cercas vivas (*Acacia farnesiana*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Alnus* spp., *Bursera simaruba*, *Casuarina* spp., *Delonix regia*, *Enterolobium* spp., *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium saman*, *Prosopis* spp., *Tamarindus indica*); los sistemas intensivos (*Acacia angustissima*, *Albizia* sp., *Calliandra calothyrsus*, *Cratylia argentea*, *Erythrina* spp., *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Morus alba*,

tropical trees maintain the silvopastoral system and they are available for browsing.

Key words: agrosilvopastoral, tropical trees, tree component, silvopastoral.

INTRODUCTION

In Mexico, agricultural and livestock activities are economically important, although they cause changes in the landscape and impact the natural resources (Marinidou and Jiménez, 2010). In livestock production systems —with integrated management and tree components in live fences and tree-covered parcels—, the combination of pastures with woody perennials improves the yield and reduces the negative impact on the environment (Cotler and Cuevas, 2017).

The silvopastoral systems are an option for livestock production in integrated management systems where perennial plants (*e.g.*, trees and bushes) interact with the main components (*e.g.*, animals and herbaceous forage) (Llanderal, n.d.). These systems provide environmental benefits and create habitats with more stable and sustainable microclimates which are favorable to flora and fauna. These systems also promote biomass production, carbon capture, nitrogen fixation, nutrient recycling, and a better quality in the diet of animals. Additionally, they improve the resilience and the long-term net profits. This has a positive impact on the welfare of the animals and the producers' income (Alviar *et al.*, 2016).

Exotic and native tree and bush species have different functions in silvopastoral systems: grazing in forest and fruit plantations —mulberry (*Morus alba*), coffee (*Coffea* spp.), orange (*Citrus sinensis*), mango (*Mangifera* spp.), pear (*Pyrus* spp.), guava (*Psidium* spp.), coconut palm (*Cocos nucifera*), rubber (*Hevea brasiliensis*)—; scattered trees, either in alleys, as windbreaks or live fences —*Acacia farnesiana*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Alnus* spp., *Bursera simaruba*, *Casuarina* spp., *Delonix regia*, *Enterolobium* spp., *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium saman*, *Prosopis* spp., *Tamarindus indica*—; intensive systems —*Acacia angustissima*, *Albizia* sp., *Calliandra calothyrsus*, *Cratylia argentea*, *Erythrina* spp., *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Morus alba*, *Tithonia diversifolia*—; and the

Tithonia diversifolia); y el manejo de acahuales o vegetación natural de sucesión (Sanginés *et al.*, 2013; Faria, 2015; Llanderal, s/a).

En el 2006, al considerar las mencionadas ventajas de los sistemas silvopastoriles, en una parcela de 2 ha de la Posta Zootécnica (PZ) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, en Veracruz, México, se sembraron 791 árboles pertenecientes a cinco especies tropicales nativas, con potencial forestal o forrajero. El predio tenía otras especies leñosas, sembradas en el año 2002 como sombra o barrera rompevientos (Aquino *et al.*, 2010). Como parte de las actividades de la PZ, desde el segundo año de plantación (2008) de las cinco especies nativas, se permitió la entrada a la parcela de bovinos una vez al mes, para que ramonearan en el área.

El objetivo del estudio fue generar información de apoyo a los sistemas silvopastoriles, mediante la cuantificación del desarrollo y sobrevivencia de cinco especies nativas, 11 años después de ser plantadas, de agosto a noviembre de 2017. La hipótesis fue que, en condiciones similares, la sobrevivencia y desarrollo de dichas especies sería diferente por sus características propias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La PZ tiene 250 ha con pastizales, instalaciones y caminos internos. Está ubicada en el km 14.5 de la carretera 140, tramo Veracruz a Xalapa, en el municipio de Veracruz, estado de Veracruz (19° 10' N, 96° 12' O, 15 msnm). El clima es Aw1 según la clasificación de Köppen, los meses más calurosos son de mayo a agosto, la temperatura media anual es 25.2 °C, la precipitación anual es 1250 mm y los vientos dominantes vienen del Norte con velocidades promedio de 20 a 80 km h⁻¹. Los tipos de suelo en el área son Vertisol 44%, Solonetz 26.6%, Gleysol 16.3%, Arenosol 7.9% y Calcisol 5.1% (www.uv.mx/veracruz/fmvz).

El estudio se realizó en una parcela arbolada de 2 ha, localizada a 158 m de la entrada de la PZ, en un terreno con forma de polígono irregular de cuatro lados (78 m N, 86 m S, 210 m E y 208 m O) con suelos predominantes de tipo Solonetz y Arenosol, de textura arenosa, humedad 1.61%, densidad 1835 g cm⁻³ y pH promedio 6 (Aquino *et al.*, 2010). Allí se plantaron 791 arbolitos de vivero, de cinco especies nativas con uso silvopastoril conocido: cocuite (*Gliricidia sepium*, Glse), cópite (*Cordia dodecandra*, Codo), guácimo (*Guazuma ulmifolia*, Guul), quebracho (*Diphysa robinoides*, Diro) y tihuixtle (*Caesalpinia cacaloco*, Cala), en 13

use of *acahuales* or primary succession vegetation (Sanginés *et al.*, 2013; Faria, 2015; Llanderal, n.d.).

In 2006, considering the above-mentioned benefits of the silvopastoral systems, 791 trees from five native tropical species with forest or forage potential were planted in a 2-ha plot of the Posta Zootécnica (PZ) of the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of the Universidad Veracruzana, in Veracruz, Mexico. Other wood species had already been planted in the property in 2002, to provide shade or as windbreak (Aquino *et al.*, 2010). As part of the PZ activities, starting from the second year after the five native species were planted (2008), cattle were allowed to enter the plot once a month to browse on the vegetation.

The objective of this study was to generate support data for the silvopastoral systems, from August to November 2017, quantifying the development and survival of the five native species, 11 years after they were planted. The hypothesis was that, in similar conditions, the survival and development of the said species would be different, because of their specific characteristics.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The 250-ha PZ includes pastureland, facilities and internal paths. It is located at km 14.5 of Highway 140, Veracruz-Xalapa section, in the municipality of Veracruz, State of Veracruz (19° 10' N, 96° 12' W, 15 meter above sea level). According to the Köppen classification, it has an Aw1 climate; the hottest period of the year begins in May and ends in August; the mean annual temperature is 25.2 °C; the mean annual rainfall is 1250 mm; and the predominant winds blow from the North, with an average speed of 20 to 80 km h⁻¹. The type of soils are: Vertisol (44%), Solonetz (26.6%), Gleysol (16.3%), Arenosol (7.9%), and Calcisol (5.1%) (www.uv.mx/veracruz/fmvz).

The study was carried out in a 2-ha tree-covered plot, located at 158 m from the PZ entrance, in a four-sided piece of land with an irregular polygon shape (78 m N, 86 m S, 210 m E, and 208 m W). The predominant soils were Solonetz and Arenosol, with sandy texture, 1.61% of humidity, 1835 g cm⁻³ density, and average pH of 6 (Aquino *et al.*, 2010). Seven-hundred ninety-one greenhouse trees from different native species and known silvopastoral use were planted in that plot. The trees were: quickstick (*Gliricidia sepium*, Glse), cópite (*Cordia dodecandra*, Codo), West Indian elm (*Guazuma ulmifolia*, Guul), quebracho (*Diphysa robinoides*, Diro)

hileras con separación de 5 m entre cada una. En cada hilera se sembraron los arbolitos de las cinco especies de forma intercalada, en arreglo Glse+Codo+Guul+Diro+Cala, con 3 m de distancia entre cada árbol y continuando el orden de repetición hasta completar cada hilera (Figura 1).

Especies nativas sembradas

Cocuite (*gliricidia sepium*)

Gliricidia sepium pertenece a las leguminosas y se le conoce como cocoite, cocuete, cocohuite, cacahuananche, sayab o mata ratón. En México se distribuye a lo largo de las vertientes del Golfo, Pacífico y Península de Yucatán, desde el nivel del mar hasta 1900 m de altitud. En el estado de Veracruz se encuentra en las inmediaciones de Plan del Río, Actopan, Cardel, La Antigua, Veracruz, Alvarado, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Acayucan. Los individuos alcanzan altura de 12 m y diámetro de 35 cm, con el tronco torcido y la copa irregular y densa, compuesta de ramas delgadas y ascendentes. Son hermafroditas, florecen de diciembre a abril y fructifican de marzo a julio, con frutos color verde-amarillo en vainas de 15 cm de longitud. Son árboles comunes como cerca viva y de traspatio en las orillas de caminos, potreros y campos de cultivo, con suelos bien drenados y no compactos, pesados o encharcados, aunque resisten suelos con salinidad y acidez. Las flores son melíferas y también se consumen hervidas o fritas. Las hojas, que caen cuando florecen, miden unos 25 cm de largo, presentan niveles bajos de tóxicos y contienen 18 a 30% de proteína cruda, se utilizan como abono verde para cultivos de maíz, frijol, mandioca, calabaza y chile, y son un forraje importante para complementar la dieta en bovinos y gallinas. También se les atribuyen propiedades insecticidas, expectorantes y sedantes, por lo que se usan en medicina tradicional. La raíz, corteza y semillas tienen sustancias tóxicas, y se emplean para envenenar a roedores nocivos (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Gutiérrez y dorantes *s/a*; SIRE *s/a*; Cuadro 1).

and *tihuixtle* (*Caesalpinia cacaloco*, Caca). They were planted in 13 rows, with a 5-m separation between them. In each row, the five different species were interspersed according to the following arrangement: Glse+Codo+Guul+Diro+Cala. The trees were planted 3 m apart from each other, repeating the same pattern until each row was completed (Figure 1).

Native species planted at the PZ

Quickstick (*Gliricidia sepium*)

Gliricidia sepium is a leguminous tree and it is known as *cocoite*, *cocuete*, *cocohuite*, *cacahuananche*, *sayab* or *mata ratón*. In Mexico, it can be found along the shores of the Gulf of Mexico, the Pacific Ocean and the Yucatán Peninsula, from sea level to an altitude of 1900 m. In the state of Veracruz, it is found in the vicinity of Plan del Río, Actopan, Cardel, La Antigua, Veracruz, Alvarado, San Andrés Tuxtla, Catemaco and Acayucan. The trees reach a height of 12 m and a diameter of 35 cm; their trunk is crooked and they have an irregular and dense crown that consists of thin and ascending branches. This hermaphrodite species blossoms from December to April and bears fruit from March to July. It produces 15-cm green-yellow pods. These trees are usually used as live and backyard fences at the side of roads, paddocks, and crop fields, which have well-drained and non-compact, heavy, or swamped soils; however, these trees endure saline and acid soils. Their melliferous flowers are consumed boiled or fried. The leaves—which fall when the tree blossoms—are about 25 cm long. Due to their low toxic levels and 18-30% crude protein content, they are used as natural fertilizer for maize, bean, cassava, squash and chili crops; its forage is used as a supplement in the diet of cattle and chickens. Additionally, they are used in traditional medicine due to their alleged insecticidal, expectorant and sedative properties. The root, bark and seeds have toxic substances and are used to poison pest rodents (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Gutierrez and Dorantes, n.d.; SIRE, n.d.; Table 1).

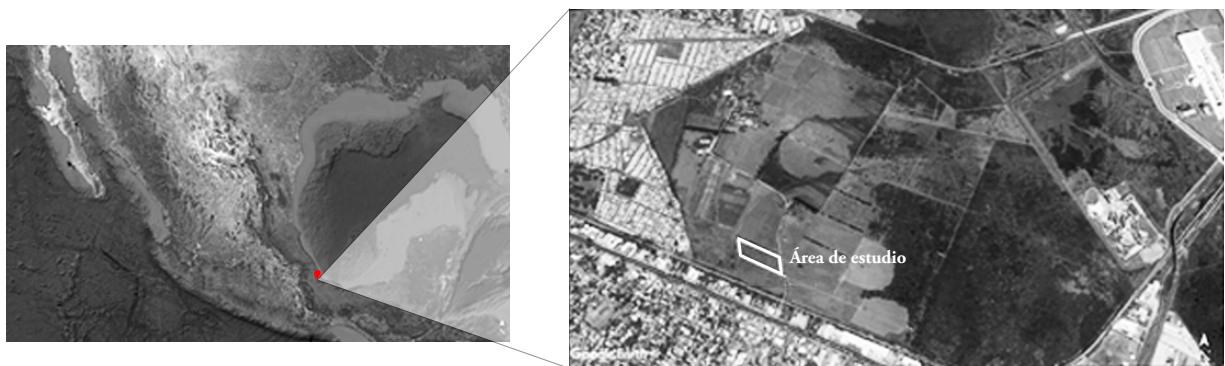


Figura 1. Parcela en Posta Zootécnica de la Universidad Veracruzana (Google Earth, 2019).

Figure 1. Plot at the Experimental Station of the Universidad Veracruzana (Google Earth, 2019).

Cuadro 1. Características de las especies arbóreas sembradas en la parcela silvopastoril de la PZ en la Universidad Veracruzana.
Table 1. Characteristics of the tree species planted in the silvopastoral parcel at the PZ of the Universidad Veracruzana.

| | Nombre-especie-familia | Origen | Usos |
|---|---|--|--|
| 1 | Cocuite <i>Gliricidia sepium</i> Fabaceae | México a Costa Rica | Abono verde en cultivos. Forraje para vacas y gallinas. Medicina tradicional. Flores melíferas y comestibles. |
| 2 | Cópite <i>Cordia dodecandra</i> Boraginaceae | México, Cuba Guatemala, Belice, Salvador, Honduras | Ornamental. Construcción de muebles. Frutos comestibles. Sombra en linderos de cultivo y en potreros. Medicina tradicional. |
| 3 | Guácimo <i>Guazuma ulmifolia</i> Sterculiaceae | México y Caribe hasta norte de Argentina | Excelente forraje para caballos, vacas y cerdos. Madera construcción, leña, carbón. Medicina tradicional. Flores melíferas. |
| 4 | Quebracho <i>Diphysa robinoides</i> Fabaceae | México a Panamá y Venezuela | Planta de ornato en cerco vivo. Madera adecuada para carpintería, muebles y leña. Fijadora de nitrógeno. |
| 5 | Tihuixtle <i>Caesalpinia cacalaco</i> Fabaceae | México al norte de Sudamérica | Ornato y sombra en cerco vivo. Madera para leña y carbón. Polifenoles en corteza y frutos para colorantes y curtir pieles. Usos en medicina tradicional. Flores melíferas. |

Cópite (*Cordia dodecandra*)

Cordia dodecandra pertenece a las boragináceas y se le conoce como trompillo, cópite y siricote. En México prospera desde el nivel del mar hasta 500 m de altitud y crece en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Chiapas. En Veracruz se encuentra en las inmediaciones de Cardel, La Mancha y La Tinaja. Los árboles alcanzan altura de 30 m y diámetro de 70 cm, son hermafroditas, tienen el tronco recto y la copa redondeada y densa. Son caducifolios, florecen y fructifican la mayor parte del año y se les utiliza con fines ornamentales y agroforestales en los campos de cultivo y potreros. La infusión de la corteza se usa en medicina tradicional y la madera es dura y resistente, con veteado atractivo, por lo que se emplea en la manufactura de muebles finos. Los frutos son comestibles y se usan en mermelada o para la alimentación de los cerdos (Niembro *et al.*, 2010; SIRE, *s/a*; Cuadro 1).

Guácimo (*Guazuma ulmifolia*)

Guazuma ulmifolia pertenece a las esterculiáceas y su nombre común es guácimo, guácima, guásima, cuaulote, pixoi y aquiché. En México es abundante desde el nivel del mar hasta 1200 m de altura, en la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas, y en la vertiente del Golfo desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo. En Veracruz se encuentra en Cardel, Palma Sola, Carranza, Paso del Toro, La Tinaja, Acayucan, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Coatzacoalcos. Es común en potreros y sabanas, en suelos de textura liviana o pesada con buen drenaje, no pedregoso y pH superior a 5.5. Los árboles alcanzan altura de 25 m y diámetro de 70 cm, son hermafroditas, caducifolios, tienen el tronco recto y

Cópite (*Cordia dodecandra*)

Cordia dodecandra belongs to the borage family and it is known as *trompillo*, *cópite* and *siricote*. In Mexico, it can be found from sea level to an altitude of 500 m, and it grows in the states of Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo and Chiapas. In Veracruz, it can be found in the vicinity of Cardel, La Mancha and La Tinaja. These hermaphrodite trees reach a height of 30 m and a diameter of 70 cm. They have a straight trunk and a round and dense crown. They are deciduous trees that blossom and bear fruit throughout most of the year and they are used for decoration and for agroforestry purposes in crop fields and paddocks. The herbal tea made with its bark has medicinal purposes. It has a durable hardwood which—as a result of its attractive grain—is used to manufacture fine furniture. The fruit is edible and it is used to make jam or to feed the pigs (Niembro *et al.*, 2010; SIRE, *n.d.*; Table 1).

West Indian elm (*Guazuma ulmifolia*)

Guazuma ulmifolia belongs to the sterculia family and is usually known as *guácimo*, *guácima*, *guásima*, *cuaulote*, *pixoi* and *aquiché*. In Mexico, it is abundant from sea level to an altitude of 1200 m, in the shores of the Pacific Ocean (from Sonora to Chiapas) and the Gulf of Mexico (from Tamaulipas to Yucatán and Quintana Roo). In Veracruz, it can be found in Cardel, Palma Sola, Carranza, Paso del Toro, La Tinaja, Acayucan, San Andrés Tuxtla, Catemaco and Coatzacoalcos. It is common in paddocks and savannahs, in fine- or coarse-textured, non-stony soils with good drainage and a pH higher than 5.5. The trees reach a height of 25 m and a diameter of 70 cm. They are hermaphrodites,

frecuentemente ramificado desde la base; la copa es redondeada y densa. Florece y fructifica durante la mayor parte del año; sus flores pequeñas y amarillas son melíferas. Su madera se utiliza para postes en cercas, varas de sostén en productos agrícolas, construcción, carpintería, leña o carbón. Las hojas son simples y alternas, sin sustancias tóxicas y contienen 16 a 26% de proteína, por lo que mezcladas con los frutos verdes son alimento apetecible para caballos, vacas y cerdos. La corteza, hojas, frutos y semillas se utilizan ampliamente en medicina tradicional para diversos padecimientos. Es un componente de los sistemas agroforestales en cercos vivos y linderos, se le considera como una especie forrajera y suplemento alimenticio como alternativa viable para evitar la pérdida de peso en los animales de pastoreo en el trópico (Villa-Herrera *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010; Mayren-Mendoza *et al.*, 2018; Gutiérrez y Dorantes *s/a*; SIRE *s/a*; Cuadro 1).

Quebracho (*Diphysa robinoides*)

Diphysa robinoides es una leguminosa conocida como amarillo, guachipilín, quebracho, escahuite, quiebracha y quiebrachi. En México prospera desde el nivel del mar hasta 1500 msnm, en los estados de Tamaulipas, Puebla, Estado de México, Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guerrero. En Veracruz está en las inmediaciones de Actopan, Cardel, La Mancha, Palma Sola y Carranza. Los árboles alcanzan altura de 9 m y diámetro de 35 cm, son hermafroditas, tienen el tronco torcido y la copa aplanada y dispersa, compuesta de ramas extendidas, delgadas y horizontales. Son caducifolios, florecen de noviembre a abril y fructifican de agosto a octubre, y se usan como planta de ornato, por lo vistoso de sus flores amarillas, y la madera en carpintería, ebanistería, o para leña, postes para cercas y cerco vivo. Puede fijar nitrógeno al suelo y crecer en terrenos marginales, por lo cual se recomienda para sistemas agroforestales, programas de reforestación y restauración ecológica (Niembro *et al.*, 2010; Gutiérrez y Dorantes *s/a*; Cuadro 1).

Tihuixtle (*Caesalpinia cacalaco*)

Caesalpinia cacalaco pertenece a las leguminosas y se le conoce como tihuixtle, tehuixtle y cascalote. En México prospera desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Sinaloa, Estado de México, Guerrero y Michoacán. En Veracruz se encuentra en las inmediaciones de Actopan, Rinconada, Dos Ríos y Paso de Ovejas. Los árboles alcanzan altura de 15 m y diámetro de 40 cm. Son hermafroditas, espinosos, con el tronco recto y la copa redondeada y densa, compuesta de ramas delgadas y ascendentes; o subperennifolios, las hojas están dispuestas en espiral y miden hasta 20 cm de largo. Florecen de marzo a mayo y fructifican de agosto a noviembre. Las flores son melíferas y se usan en infusión para medicina tradicional, al igual

deciduous trees which have a straight trunk and whose branches frequently start from the base. They have a round and dense crown. They blossom and bear fruit throughout most of the year; their melliferous flowers are small and yellow. Their timber is used to make posts for fences, and brace posts for agricultural products, as well as in the construction industry, for carpentry, as firewood or as charcoal. They have simple and alternate leaves without toxic substances; due to their protein content (16-26%) they can be mixed with unripen fruits to develop a tasty food for horses, cows and pigs. The bark, leaves, fruits and seeds are widely used in traditional medicine to treat different ailments. They are used in live fences and boundaries in agroforestry systems. It is considered as a forage species and as a feasible alternative as food supplement to prevent weight loss in grazing animals in tropical regions (Villa-Herrera *et al.*, 2009; Niembro *et al.*, 2010; Mayren-Mendoza *et al.*, 2018; Gutiérrez and Dorantes, n.d.; SIRE, n.d.; Table 1).

Quebracho (*Diphysa robinoides*)

Diphysa robinoides is a leguminous tree which is known as *amarillo*, *guachipilín*, *quebracho*, *escahuite*, *quiebracha* and *quiebrachi*. In Mexico, it can be found from sea level to an altitude of 1500 m, in Estado de México, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Chiapas, Oaxaca and Guerrero. In Veracruz, it is found in the vicinity of Actopan, Cardel, La Mancha, Palma Sola and Carranza. The trees reach a height of 9 m and a diameter of 35 cm. They are hermaphrodites, their trunk is crooked, and they have a flattened and scattered crown that consists of extended, thin and horizontal branches. These deciduous trees blossom from November to April and bear fruit from August to October. Owing to their colorful yellow flowers, these trees are used for decorative purposes. Their timber is used in carpentry and fine woodworking or as firewood, posts for fences and live fences. They can fix nitrogen and grow in uncultivated lands. Therefore, they are recommended for agroforestry systems, reforestation programs and ecological restoration (Niembro *et al.*, 2010; Gutiérrez and Dorantes, n.d.; Table 1).

Tihuixtle (*Caesalpinia cacalaco*)

Caesalpinia cacalaco is a leguminous tree, which is known as *tihuixtle*, *tehuixtle* and *cascalote*. In Mexico, it can be found from sea level to an altitude of 1000 m, in Estado de México, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Sinaloa, Guerrero and Michoacán. In Veracruz, it can be found in the vicinity of Actopan, Rinconada, Dos Ríos and Paso de Ovejas. These trees reach a height of 15 m and a diameter of 40 cm. They are hermaphrodites and have thorns. They have a straight trunk and a round and dense crown composed of thin and ascendant branches. They are semi-deciduous trees;

que la corteza y las hojas, que contienen sustancias polifenólicas con actividad antimicrobiana, antioxidante y antimutagénica. La corteza tiene taninos que se emplean para curtir pieles, y los frutos contienen sustancias colorantes usados en la elaboración de tintas. También, se utiliza para retardar el deterioro de los productos agrícolas. En los sistemas silvopastoriles requieren de suelos negros, arenosos, arcillosos y poco calizos, y su uso es para sombra y ornato en cercos vivos de lindero, o en leña y carbón. No se recomienda para la alimentación del ganado, por los compuestos tóxicos en las hojas, flores y raíces (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Sánchez, 2016; Gutiérrez y Dorantes *s/a*; Cuadro 1).

Otras especies encontradas en la parcela

Cedro rojo (*Cedrela odorata*)

Cedrela odorata pertenece a las meliáceas y se conoce como cedro rojo, icte, cuché, cedro amargo, cedro colorado, culché o icte. En México se encuentra en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca, Jalisco y Sinaloa. En Veracruz hacia la zona de Cardel, Paso de ovejas, Actopan, La Gloria, Córdoba, Tezonapa, Catemaco, San Andrés Tuxtla y Las Choapas. Este árbol es monoico, caducifolio, con el tronco recto y la copa redondeada y abierta. Produce flores melíferas entre abril y agosto, y fructifica entre junio y agosto. Los árboles alcanzan altura de 35 m y diámetro de 1.70 m, se realizan plantaciones comerciales y es frecuente en potreros y zonas de cultivo, donde se utiliza para sombra y ornato. Esta especie tiene rápido crecimiento, hasta 2 m por año, muy apreciada por su madera para la elaboración de muebles finos, instrumentos musicales, artesanías y construcción. La raíz y la corteza se usan en medicina tradicional para tratar varios padecimientos (Niembro *et al.*, 2010; Gutiérrez y Dorantes *s/a*; Cuadro 2).

Nacastle (*Enterolobium cyclocarpum*)

Enterolobium cyclocarpum es una leguminosa conocida como guanacaste, guanacastle, nacaste, necaste, orejón, orijuelo o cuytátsuic, de amplia distribución en México, desde el nivel del mar hasta 1200 m; en los estados de Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. En Veracruz se encuentra en Tolome, Cardel, Úrsulo Galván, Palma Sola, Emilio Carranza, Tuxpan, Poza Rica, Chicontepec, Pánuco, Piedras Negras, Alvarado, San Andrés y Santiago Tuxtla, Acayucan, Minatitlán y Coatzacoalcos. Los árboles tienen base engrosada de hasta 35 m de alto y 2 a 3 m de diámetro. Su copa es extendida, de follaje abundante que pierde

their 20-cm long leaves have a spiral arrangement. They blossom from March to May and bear fruit from August to November. The herbal tea made with its melliferous flowers has medicinal purposes. The bark and leaves are also used in traditional medicine, due to the antimicrobial, antioxidant and antimutagenic activities of the polyphenolic substances that they contain. The tannins in its bark are used to tan leather and the coloring substances in its fruits are used to manufacture dyes. They are also used to slow the damage suffered by agricultural products. In silvopastoral systems, they require black, sandy, clay soils, as well as soils with low content of lime. These trees provide shade and are used to decorate boundary live fences; the timber is also used as firewood and charcoal. Due to the toxic compounds of their leaves, flowers and roots, they are not recommended as fodder (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Sánchez, 2016; Gutiérrez and Dorantes, n.d.; Table 1).

Other species found in the parcel

Spanish cedar (*Cedrela odorata*)

Cedrela odorata belongs to the mahogany family and it is known as *cedro rojo*, *icte*, *cuché*, *cedro amargo*, *cedro colorado* or *culché*. In Mexico, it can be found in the States of Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca, Jalisco and Sinaloa. In Veracruz, it can be found in the vicinity of Cardel, Paso de Ovejas, Actopan, La Gloria, Córdoba, Tezonapa, Catemaco, San Andrés Tuxtla and Las Choapas. These monoecious and deciduous trees have straight trunks and round and open crowns. Their melliferous flowers blossom from April to August and bear fruit from June to August. The trees reach a height of 35 m and a diameter of 1.17 m. They are used in commercial plantations and they are frequently found in paddocks and cultivation zones where they are used to provide shade and as decoration. The wood of this fast-growing species (up to 2 m per year) is much appreciated by fine woodworkers, luthiers, artisans and builders. The root and bark are used in traditional medicine to treat various ailments (Niembro *et al.*, 2010; Gutiérrez and Dorantes, n.d.; Table 2).

Elephant-ear tree (*Enterolobium cyclocarpum*)

Enterolobium cyclocarpum is a leguminous tree, which is known as *guanacaste*, *guanacastle*, *nacaste*, *necaste*, *orejón*, *orijuelo* and *cuytátsuic*. In Mexico, it can be widely found from sea level to an altitude of 1200 m in Estado de México, Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán. In Veracruz, it can

Cuadro 2. Características de las especies arbóreas encontradas en la parcela silvopastoril de la PZ en la Universidad Veracruzana.

Table 2. Characteristics of the tree species found in the silvopastoral parcel at the PZ of the Universidad Veracruzana.

| | Nombre-especie-familia | Origen | Usos |
|---|--|--|---|
| 1 | Cedro rojo <i>Cedrela odorata</i> Meliaceae | México, Centro y Sudamérica | Plantaciones comerciales. Madera muy apreciada para usos diferentes. Medicina tradicional. Flores melíferas. Árbol de rápido crecimiento. |
| 2 | Nacaxtle <i>Enterolobium cyclocarpum</i> Fabaceae | México, Centro, Sudamérica hasta Brasil | Sombra en potreros. Madera semipreciosa muy apreciada para usos diversos. Fijación de nitrógeno y conservación de suelo. Corteza para curtumbre. Medicina tradicional. Flores melíferas. |
| 3 | Roble <i>Tabebuia rosea</i> Bignoniaceae | México, Centroamérica, Sudamérica | Sombra en linderos. Ornamental. Madera muy apreciada para usos diversos. Medicina tradicional. Flores melíferas. |
| 4 | Uvero <i>Coccoloba uvifera</i> Polygonaceae | Florida, México, costas Centroamérica y Sudamérica | Hojas para teñir y curtir pieles. Frutos comestibles en mermeladas y vino. Madera para fabricación muebles, leña o carbón. Corteza, hojas y frutos para medicina tradicional. Las flores son melíferas. |
| 5 | Acacia amarilla <i>Albizia lebbbeck</i> Mimosaceae | Asia tropical, India-Paquistán | Especie pionera para restauración. Forrajera de alta calidad. Fijadora de nitrógeno. Madera para leña o carbón. Medicina tradicional. Flores melíferas. Especie exótica muy invasiva. |
| 6 | Casuarina <i>Casuarina equisetifolia</i> Casuarinaceae | Sureste de Asia, Australia, Malasia y Polinesia | Especie pionera para restauración, control de erosión, fijación de dunas y rehabilitación de suelos salitrosos. Fijadora de nitrógeno. Madera carbón, construcción y pulpa para papel. Es una especie asiático-australiana introducida en México. |
| 7 | Guaje <i>Leucaena leucocephala</i> Fabaceae | México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Salvador | Árbol de rápido crecimiento y abono verde en cultivos. Fijadora de nitrógeno y extractora de selenio en suelos. Madera leña, carbón, construcción. Frutos comestibles, semillas artesanía. Medicina tradicional. Flores melíferas. Tóxico a caballos, burros, cerdos y conejos. |
| 8 | Teca <i>Tectona grandis</i> Verbenaceae | India, Birmania, Tailandia, Java e Indonesia | Árbol de rápido crecimiento. Madera con alto valor económico a nivel mundial. Resistente a sequías y suelos inundados. En plantaciones comerciales en monocultivo el manejo degrada y erosiona los suelos. Es una especie asiática introducida en México. |

durante la sequía. Florece de febrero a junio, las flores son melíferas, es muy apreciado como sombra en potreros y áreas agrícolas, donde fija el nitrógeno del aire, mantiene el suelo y conserva su fertilidad. La madera es semipreciosa, resistente al agua y se usa en construcción, muebles, artesanía, embarcaciones, leña, carbón y papel. La corteza contiene taninos y saponinas, por lo que se usa para curtir pieles. Las semillas se consumen tostadas y la corteza tiene fines medicinales. Las vainas, hojas y frutos maduros se usan como forraje y complemento alimenticio para bovinos, porcinos, caprinos y equinos, aunque la pulpa del fruto es tóxica (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Cuadro 2).

Roble (*Tabebuia rosea*)

Tabebuia rosea es una bignoniácea hermafrodita y caducifolia, con tronco derecho y copa estratificada y abierta. Es conocida

be found in Tolome, Cardel, Úrsulo Galván, Palma Sola, Emilio Carranza, Tuxpan, Poza Rica, Chicontepec, Pánuco, Piedras Negras, Alvarado, San Andrés and Santiago Tuxtla, Acayucan, Minatitlán and Coatzacoalcos. These trees have an expanded base; they reach a height of up to 35 m and a diameter of 2-3 m. They have an outspread crown with abundant foliage that falls during the dry season. Their melliferous flowers blossom from February to June. These trees are very appreciated in paddocks and agricultural areas where they provide shade, fix nitrogen, maintain the soil and keep its fertility. Their semi-precious timber is waterproof and is used for buildings, furniture, handicrafts, ships and boats, and as firewood, charcoal and paper. Due to its tannins and saponins, the bark is used to tan leather. Once toasted, their seeds can be consumed and their bark is used for medicinal purposes. Even though the pulp of the fruit is toxic, the ripened fruits, pods and leaves are used as forage and dietary

como maculís, palo de rosa, rosa morada, roble blanco, roble prieto, cinco hojas y amapola. En México está en los estados de Chiapas, Campeche, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. En Veracruz prospera desde el nivel del mar hasta 800 msnm, y se encuentra en las inmediaciones de Actopan, Cardel, Palma Sola, San Andrés Tuxtla, Cerro Gordo, Acayucan, Zongolica, El Palmar, Alto Lucero, La Tinaja, Santiago Tuxtla, Minatitlán, Coatzacoalcos, Tempoal y Plan de las Hayas. Los árboles pueden alcanzar alturas de 30 m con diámetros de 1 m y producen flores melíferas entre febrero y abril, que fructifican entre abril y mayo. La madera es muy apreciada y se utiliza para construcción, postes de cerca, artesanía y muebles. La infusión de las hojas se usa con fines medicinales y se planta como árbol de sombra o de ornato en cerca viva o linderos (Niembro *et al.*, 2010; Cuadro 2).

Uvero (*Coccoloba uvifera*)

Coccoloba uvifera es una polygonácea nativa de las regiones costeras de América tropical y se le conoce como uva, carnero, kilche, manzana, roble de la costa, uva de mar o de playa. En México está en costas del Golfo y Pacífico, en los estados de Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Es una especie perennifolia de rápido crecimiento, con árboles de hasta 15 m de alto y troncos erguidos de hasta 1 m de diámetro, que prefiere suelos ligeros y bien drenados, crece en las cercanías del mar y no tolera la sombra. Esta especie es dioica, con flores melíferas de un solo sexo, que crece en árboles separados, y sólo los árboles femeninos producen los frutos. Florecen de abril a junio y fructifican de julio a septiembre. Las hojas son alternas, casi redondas, hasta de 25 cm de diámetro, gruesas y rígidas con venas notorias de color rojo. Las hojas, corteza y raíz contienen hasta 25% de taninos y la savia hasta 41%, por lo que se utilizan para teñir y curtir pieles. Los frutos son comestibles y se usan para preparar mermeladas una bebida alcohólica parecida al vino. La corteza, frutos y semillas se utilizan en medicina tradicional para varios padecimientos. La madera, dura y rojiza, se usa para fabricar muebles finos, leña y carbón (Benítez *et al.*, 2004; Conabio *s/a*; Cuadro 2).

Acacia amarilla (*Albizia lebeck*)

Albizia lebeck es una leguminosa introducida y cultivada en México, desde el nivel del mar hasta 1600 m de altitud, en los estados de Campeche, Chiapas, Morelos, Nayarit, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Michoacán, Tamaulipas, Yucatán, Tabasco y Veracruz, y tiene los nombres de acacia amarilla, casia amarilla,

supplement for cattle, pigs, goats and horses (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Table 2).

Pink-trumpet tree (*Tabebuia rosea*)

Tabebuia rosea is a hermaphrodite and deciduous member of the bignonia family. Its trunk is straight and it has a stratified and open crown. It is known as *maculís, palo de rosa, rosa morada, roble blanco, roble prieto, cinco hojas* and *amapola*. In Mexico, it can be found in the states of Chiapas, Campeche, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán. In Veracruz, it can be found from sea level to an altitude of 800 m, in the vicinity of Actopan, Cardel, Palma Sola, San Andrés Tuxtla, Cerro Gordo, Acayucan, Zongolica, El Palmar, Alto Lucero, La Tinaja, Santiago Tuxtla, Minatitlán, Coatzacoalcos, Tempoal and Plan de las Hayas. Its trees reach a height of 30 m and a diameter of 1 m. Its melliferous flowers blossom from February to April and bear fruits from April to May. Its timber is highly valued and is used for buildings, posts for fences, handicrafts and furniture. The herbal tea made with its leaves has medicinal purposes and it is grown for its shade or as decoration in live fences or boundaries (Niembro *et al.*, 2010; Table 2).

Sea grape (*Coccoloba uvifera*)

Coccoloba uvifera is a member of the buckwheat family. It is native to the coastal regions of the tropical Americas and it is known as *uva, carnero, kilche, manzana, roble de la costa, uva de mar* or *uva de playa*. In Mexico, it can be found in the coasts of the Golfo de Mexico and the Pacific Ocean, in the states of Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán. The trees of this fast-growing evergreen species grow up to 15 m high and their straight trunks reach a diameter of 1 m. They prefer light, well-drained soils. They grow in the vicinity of the sea and they do not tolerate the shade. This dioecious species has single-sex melliferous flowers which grow in separate trees and only female trees bear fruit. They blossom from April to June and they bear fruit from July to September. They have alternate, almost round leaves, with a diameter of up to 25 cm; they are thick and stiff with obvious red veins. Their leaves, bark and root have up to 25% tannin, while its sap has up to 41%; therefore, they are used to dye and tan leather. Their fruits are edible and are used to prepare jams and an alcoholic beverage similar to wine. Their bark, fruits, and seeds are used in traditional medicine to treat various ailments. Their dark and reddish timber is used to make fine woodworks, as well as firewood and charcoal (Benítez *et al.*, 2004; Conabio, n.d.; Table 2).

cabellos de ángel o Tibet. Son árboles robustos, caducifolios, monoicos, de hasta 30 m de altura y 1 m de diámetro, crecen en gran variedad de suelos, con buen nivel de humedad y bien drenados, pero pueden desarrollarse en las orillas de los ríos y el mar, donde soportan largas sequías. Esta especie es pionera, se establece en lugares abiertos y sirve para restauración; además, en las raíces posee nódulos fijadores de nitrógeno. Su corteza, hojas, flores y semillas se usan con fines medicinales. En los sistemas silvopastoriles es una especie exótica con gran potencial invasivo, proporciona sombra benéfica para el ganado, tiene gran potencial como fuente de madera, favorece el crecimiento de los pastos, produce follaje de alta calidad nutricional con 33% de proteína en sus hojas y las flores melíferas producen miel clara de excelente calidad (Vázquez *et al.*, 2007; Conabio, 2016; Conabio s/a; Cuadro 2).

Casuarina (*Casuarina equisetifolia*)

Casuarina equisetifolia es una casuarinácea introducida en África, Asia y América, y se le conoce también como pino Yucatán o pino marítimo. Los árboles son monoicos siempreverdes, llegan a medir 35 m de altura, con tronco muy ramificado de 90 cm de diámetro y corteza rugosa. Florece de abril a junio y fructifica de julio a diciembre, los frutos y semillas son pequeñas brácteas. En México se le ha plantado en los estados de Michoacán, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Yucatán y Ciudad de México. En Veracruz está desde el nivel del mar hasta 50 msnm, se usa para el control de la erosión y la fijación de suelos y de dunas en las costas, estuarios, márgenes de ríos y arroyos y especialmente como barrera rompevientos. La corteza es rica en taninos y su madera se utiliza como carbón, para construcción y como pulpa para papel. Es tolerante a la sal, por lo que sirve para la rehabilitación de suelos salitrosos y para el drene de zonas húmedas. Sus raíces poseen pequeños nódulos que fijan el nitrógeno al suelo (Vázquez *et al.*, 2007; SIRE s/a; Cuadro 2).

Guaje (*Leucaena leucocephala*)

Leucaena leucocephala es una leguminosa de amplia distribución en las zonas tropicales de México, desde el nivel del mar hasta 1800 m de altitud. Se le conoce como guaje blanco, huaje, xaxim, uaxi, guaxis, aroma blanca, hediondilla, kiulilac y leleques, y está en Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca y Guerrero. En Veracruz está en las inmediaciones de Actopan, Cardel, Paso de Ovejas, Emilio Carranza, Poza Rica, Tuxpan, San Andrés Tuxtla y Acayucan. Fija excelentemente el nitrógeno atmosférico hacia los suelos calizos y arcillosos, y extrae el selenio. Son árboles o arbustos de 1.5 a 10 m de alto, con 40 cm de diámetro, y hojas arregladas en espiral que se pierden en la época seca. Las flores blancas y diminutas

Indian siris (*Albizia lebbbeck*)

Albizia lebbbeck is a leguminous tree that has been introduced to and is grown in the Mexican states of Campeche, Chiapas, Morelos, Nayarit, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tamaulipas, Yucatán, Tabasco and Veracruz. It can be found from sea level to an altitude of 1600 m. It is known as *acacia amarilla*, *casia amarilla*, *cabellos de ángel* and *tibet*. These strong, deciduous, monoecious trees reach a height of 30 m tall and a diameter of 1 m. They grow in multiple types of soils with good humidity level and well-drained conditions, but they can develop in the banks of rivers and on the seashore, where they can endure long droughts. It is a pioneer species that settles in open spaces and can be used for restoration purposes; additionally, the nodules of its roots fix nitrogen. Its bark, leaves, flowers and seeds are used for medicinal purposes. In silvopastoral systems it is an exotic species that has great invasive potential; it provides shade for livestock, has great timber potential, promotes grass growth, produces foliage with high nutritional quality (its leaves contain 33% protein) and its melliferous flowers produce excellent light honey (Vázquez *et al.*, 2007; Conabio, 2016; Conabio, n.d.; Table 2).

Australian pine (*Casuarina equisetifolia*)

Casuarina equisetifolia is a member of the Casuarinaceae family and it has been introduced to Africa, Asia and the Americas. It is also known as *pino Yucatán* or *pino marítimo*. This evergreen, monoecious tree reaches a height of 35 m. Its 90-cm wide trunk has many branches and a rough bark. It blossoms from April to June and bears fruits from July to December. Its fruits and seeds are small bracts. In Mexico, it has been planted in the states of Michoacán, Puebla, Oaxaca, Veracruz, and Yucatán, as well as in Mexico City. In Veracruz, it can be found from sea level to an altitude of 50 m. It is used to control erosion and to fix soils and dunes in the coasts, estuaries, banks of rivers and brooks, and particularly as windbreaks. Its bark is rich in tannins and its timber is used as charcoal, in the construction industry, and to make paper pulp. This salt-tolerant tree can help rehabilitate saline soils and drain humid areas. Its roots have small nodules which fix nitrogen to the soil (Vázquez *et al.*, 2007; SIRE, n.d.; Table 2).

Lead tree (*Leucaena leucocephala*)

Leucaena leucocephala is a widely-distributed leguminous tree found in Mexico's tropical areas, from sea level to an altitude of 1000 m. It is known as *guaje blanco*, *huaje*, *xaxim*, *uaxi*, *guaxis*, *aroma blanca*, *hediondilla*, *kiulilac* and *leleque*. It can be found in Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca and Guerrero. In Veracruz, it

son melíferas y están presentes de junio a septiembre. Los frutos están en vainas de 10 a 15 cm de largo, presentes casi todo el año, en especial de octubre a enero y las semillas son apreciadas como alimento humano. Es un árbol de rápido crecimiento, que prospera en terrenos degradados con fuertes pendientes y prolongadas sequías. Sus hojas se utilizan como abono verde en diversos cultivos y como sombra o cerca viva en los arreglos silvopastoriles. La madera se usa en construcción de viviendas, estacas, leña y carbón. Las hojas y los frutos contienen el glucósido mimosina, por lo que son tóxicos para caballos, mulas, burros y cerdos, e incluso fatales para conejos, pero no afectan a borregos, cabras y bovinos, para los cuales son un forraje excelente (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Cuadro 2). Ahora el uso de algunas bacterias ruminales en la alimentación animal, como *Streptococcus lutetiensis*, que puede degradar dicho compuesto, permite usar *L. leucocephala* con mayor seguridad y eficiencia (Ospina-Daza *et al.*, 2017).

Teca (*Tectona grandis*)

Tectona grandis es una verbenácea introducida en México. Es un árbol deciduo que requiere la luz solar en todas sus etapas y es resistente a la sequía. La floración es al finalizar la temporada de lluvias, con la caída de los frutos, los cuales maduran y caen de febrero a marzo. Producen semillas desde los 10 o 20 años, según su siembra: por semilla o rebrote de cepa. Requieren clima cálido húmedo, suelos de textura arenosa a arcillosa, profundos, húmedos, aireados y con buen drenaje, incluso estacionalmente inundados. Es un árbol recto de rápido crecimiento, de hasta 50 m de altura y 80 cm de diámetro. La madera tiene alto valor económico en el mundo, y se usa para construcción de vivienda, muebles o vagones de ferrocarril. Para favorecer el crecimiento de estos árboles en el corto plazo se requiere de la limpieza exhaustiva del sotobosque en las plantaciones, lo cual, unido al goteo constante del agua de lluvia desde sus hojas, promueve la degradación del suelo, con exacerbación de los problemas de erosión y lixiviación (Pandey y Brown, 2000; SIRE *s/a*; Cuadro 2).

Caracterización de la parcela

De agosto a noviembre 2017 se identificaron y contaron los árboles. Los ejemplares vivos y muertos o ausentes se ubicaron, y se evaluó el desarrollo de los sobrevivientes con la medición de los diámetros del tronco o rama principal, a 0.5 m, 1.0 m y 1.2 m de altura. La zona se delimitó geográficamente (GPS Garmin maps 60) y cada árbol se identificó y georreferenció. En el norte y sur de la parcela se incorporaron dos hileras de Casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), sembradas como barrera rompevientos en 2002. Desde el segundo año de plantación de las cinco especies nativas

can be found in the vicinity of Actopan, Cardel, Paso de Ovejas, Emilio Carranza, Poza Rica, Tuxpan, San Andrés Tuxtla and Acayucan. It has remarkable nitrogen fixation qualities for lime and clay soils, and it extracts selenium. Its trees or bushes reach a height of 1.5 to 10 m and a diameter of 40 cm. Their leaves have a spiral arrangement and they fall during the dry season. It has tiny, white, melliferous flowers, which blossom from June to September. Their fruits are contained in 10-15 cm long pods which can be seen most of the year (particularly from October to January) and they are valued as human food. This fast-growing tree thrives in impoverished plots of land with steep slopes and lengthy droughts. Its leaves are used as natural fertilizer for several crops and they provide shade or serve as live fences in silvopastoral arrangements. Its timber is used to build houses, to make stakes, and as firewood and charcoal. Its leaves and fruits contain the mimosine glucoside; therefore, they are toxic to horses, mules, donkeys and pigs, and even fatal to rabbits, but they make an excellent and harmless forage for sheep, goats and cattle (Benítez *et al.*, 2004; Niembro *et al.*, 2010; Table 2). Currently, some rumen bacteria (*e.g.*, *Streptococcus lutetiensis*) are used in animal feeding to degrade *L. leucocephala* and make it safer and more efficient (Ospina-Daza *et al.*, 2017).

Teak (*Tectona grandis*)

Tectona grandis is a member of the vervain family that has been introduced to Mexico. It is a deciduous tree that requires sunlight in all its stages and is resistant to droughts. It blossoms after the end of the rainy season: the fruits ripen and fall from February to March. It produces seeds 10 to 20 years after it was planted, according to the way it was sown (by seed or coppice shoot). It requires a hot and humid weather, as well as sandy to clay, deep, humid, aerated soils with good drainage (even soils that are subject to seasonal flooding). It is a fast-growing straight tree which can reach a height of up to 50 m and a diameter of 80 cm. Its timber has a high economic value all over the world and it is used to build houses, furniture or train cars. The undergrowth of the plantations must be thoroughly cleaned to allow the short-term growth of these trees; this activity—along with the constant dripping of rainwater from its leaves—encourages soil degradation, aggravate the erosion, and increases leaching problems (Pandey and Brown, 2000; SIRE, *n.d.*; Table 2).

Description of the plot

The trees were identified and counted from August to November 2017. Living, dead or missing specimens were located and the development of the survivors was evaluated measuring the diameter of the trunk or main branch, at a

se permitió una vez al mes el acceso a bovinos para ramonear en el área.

Diseño experimental

El diseño experimental fue por bloques, en serie con cinco tratamientos (especies) y 156 repeticiones por tratamiento (12 ejemplares de cada especie por hilera por 13 hileras).

Análisis estadístico

La prueba de Chi cuadrada se usó para comparar el número de ejemplares vivos por especie y para analizar la diferencia entre el número de ejemplares medidos a 0.5 m, 1.0 m y 1.2 m. La diferencia en diámetro de tronco o rama y altura de medida entre especies se analizó con ANDEVA. Ambas pruebas se realizaron con el programa Statistica 10® (StatSoft®, Inc., Tulsa, OK, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sobrevivencia de los árboles nativos sembrados, a los 11 años de su plantación, fue 57.7%. De los 791 árboles sembrados se contabilizaron 457 vivos y 334 muertos o no encontrados (Cuadro 3). El número de ejemplares vivos fue diferente entre las cinco especies nativas sembradas ($X^2=10.99$, $p=0.02$), y el orden de sobrevivencia fue cópите (Codo), guácimo (Guul), quebracho (Dyro), tihuixtle (Cala) y cocuite (Glse) (Figura 2).

Con relación al crecimiento y distribución de las plantas, el medio ambiente y las características del suelo tienen una función importante en las diferencias observadas entre las especies, lo que promueve la configuración de las comunidades (Horn *et al.*, 2015). En los sistemas silvopastoriles, además de estos efectos, el ganado bovino, ovino o caprino puede promover la

height of 0.5, 1.0 and 1.2 m. The geographical limits of the zone were established (GPS Garmin map 60) and each tree was identified and geolocated. In 2002, two rows of Australian pines (*Casuarina equisetifolia*) were planted on the north and south sides of the plot to serve as windbreaks. Cattle was brought once a month to browse starting from the second year after the trees were planted.

Experimental design

A block experimental design was used, which included series of five treatments (species) and 156 replicates per treatment (12 specimens per species per row per 13 rows).

Statistical analysis

The chi-square test was used to compare the number of living specimens per species and to analyze the difference between the number of specimens measured at 0.5, 1.0 and 1.2 m. An ANOVA test was used to analyze the difference between the diameter of the trunk or branch of the species and the height at which the said diameter was measured. Both tests were carried out using the Statistica 10® software (StatSoft® Inc. Tulsa, OK, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Eleven years after they were planted, 57.7% of the native trees had survived. Out of the original 791 trees, 457 were alive and 334 were dead or missing (Table 3). The number of live specimens was different between the five native species that were planted ($X^2=10.99$, $p=0.02$). In descending order, the species with more survivors were *cópите* (Codo), *guácimo* (Guul), *quebracho* (Dyro), *tihuixtle* (Cala) and *cocuite* (Glse) (Figure 2).

Cuadro 3. Número de árboles vivos, muertos o no encontrados de cinco especies nativas 11 años después de su siembra en una parcela silvopastoril.

Table 3. Number of live, dead or missing trees from five native species, 11 years after they were planted in a silvopastoral plot.

| Especie | Sembrados | Vivos | Muertos / no encontrados |
|-------------------------------------|-----------|-------|--------------------------|
| Cocuite (<i>G. sepium</i>) | 164 | 77 | 87 |
| Cópите (<i>C. dodecandra</i>) | 162 | 116 | 46 |
| Guácimo (<i>G. ulmifolia</i>) | 158 | 95 | 63 |
| Quebracho (<i>D. robinooides</i>) | 155 | 91 | 64 |
| Tihuixtle (<i>C. cacalaco</i>) | 152 | 78 | 74 |
| Total | 791 | 457 | 334 |

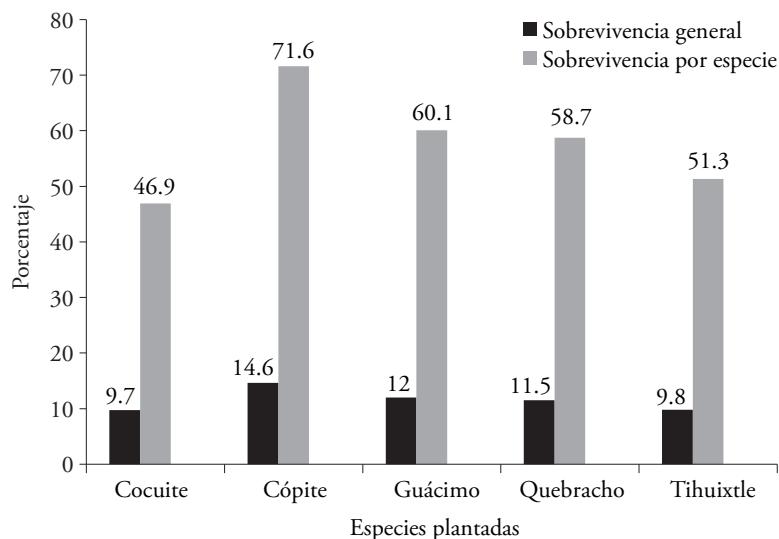


Figura 2. Sobrevivencia de cinco especies nativas leñosas a 11 años de siembra en una parcela silvopastoril.

Figure 2. Survival of five native woody species, 11 years after they were planted in a silvopastoral parcel.

selección de unas especies sobre otras, al ejercer daños físicos directos sobre las plantas leñosas, durante el ramoneo de los brotes nuevos o al raspar las cortezas para rascarse (Campbell *et al.*, 2010; Cesa y Paruelo, 2011).

Las especies forrajeras cocuite y tihuixtle tuvieron la menor sobrevivencia (9.7% y 9.8%) y la forrajera guácimo tuvo segundo lugar (12%), entre las no forrajeras cópite y quebracho (14.6% y 11.5%). En un estudio preliminar realizado en la PZ, se ofrecieron hojas recolectadas de cocuite, guácimo y tihuixtle como forraje a bovinos, cabras y ovinos. Las tres especies fueron aceptadas por todos los animales, pero el consumo fue diferente ($X^2=25.23$, $p\leq 0.05$); las hojas de guácimo tuvieron mayor consumo, principalmente por bovinos, después por cabras y ovinos; luego las hojas de cocuite, más aceptadas por las cabras, y en forma similar por los bovinos y ovinos; en tercer lugar, las hojas de tihuixtle, más aceptadas por los bovinos, y después por las cabras y los ovinos.

El diámetro del tronco o de la rama principal fue diferente entre las cinco especies de árboles ($F=398.64$, $p=0.03$), al igual que la altura a la cual se pudo medir dicho diámetro ($F=5382.24$, $p=0.003$). Los árboles de cópite presentaron el mayor diámetro y altura, y los árboles de cocuite los menores. Estas medidas fueron congruentes con la sobrevivencia observada entre las especies: cópite tuvo la mayor sobrevivencia (71.6%) y cocuite la menor (46.9%).

The environment and the characteristics of the soil play an important role in determining the differences between species—in terms of the growth and distribution of plants—which encourage the formation of communities (Horn *et al.*, 2015). Beside those effects, the damage directly caused to woody plants by cattle, sheep and goats—when they browse new shoots or when they rub against the bark of the trees—can encourage the selection of some species above others in silvopastoral systems (Campbell *et al.*, 2010; Cesa and Paruelo, 2011).

The forage species *cocuite* and *tihuixtle* had the lowest survival rate (9.7 and 9.8%, respectively), followed by *guácimo* in the second place (12%), among the non-forage species *cópite* (14.6%) and *quebracho* (11.5%). In a preliminary study carried out at the PZ, leaves of *cocuite*, *guácimo* and *tihuixtle* were collected and provided as forage to cattle, goats and sheep. All the animals accepted the three species, but at different rates of consumption ($X^2=25.23$, $p\leq 0.05$). *Guácimo* leaves were mainly consumed by cattle, followed by goats and sheep; meanwhile, *cocuite* leaves were mostly accepted by goats, followed in equal measures by cattle and sheep; finally, *tihuixtle* leaves were more accepted by cattle, followed by goats and sheep.

The diameter of the trunk or the main branch was different between the five tree species ($F=398.64$, $p=0.03$), and this was also the case of the height at which the said diameter was measured ($F=5382.24$,

Al comparar la altura a la cual se midió el diámetro en las especies de árboles, hubo diferencias en el número de ejemplares medidos (Cuadro 4). Entre las especies fue diferente el número de ejemplares medidos a 1.2 m (media esperada 78.40, $X^2=26.08$, $p<0.05$), 1.0 m (media esperada 42, $X^2=141.47$, $p<0.05$) y 0.50 m (media esperada 15, $X^2=48.53$, $p<0.05$).

En los árboles de cópita se midieron los diámetros en los troncos de 115 ejemplares, ya que sólo en un árbol la altura fue menor a 1.2 m. En las otras especies se midió el diámetro de la rama principal porque no tenían un tronco definido, posiblemente a causa del ramoneo. En estas especies se pudo medir el diámetro de la rama principal, a menos de 1.2 m de altura, en 2 de 78 (2.6%) árboles de tihuixtle, 13 de 91 (14.3%) de quebracho, 17 de 95 de guácimo (17.9%) y 24 de 77 (31.2%) de cocuite. Estos datos sugieren que la preferencia de ramoneo es mayor para cocuite y guácimo y menor para quebracho y tihuixtle (Figura 3).

Respecto a la mayor preferencia de consumo sobre cocuite, Benítez *et al.* (2004) y Niembro *et al.* (2010) mencionan que la especie posee un follaje muy apropiado para el ganado, porque tiene niveles bajos de tóxicos y altos de proteína cruda. En el estudio se observó que el ramoneo puede tener un impacto negativo, directo e importante sobre el desarrollo y la sobrevivencia de la especie, así como de las diferentes especies utilizadas en los arreglos silvopastoriles. Cocuite también se ha usado con éxito para alimento de gallinas o como abono verde, y es muy importante considerar que sus flores son melíferas y se le utiliza en medicina tradicional (Gutiérrez y Dorantes s/a; SIRE s/a).

En el quebracho y el guácimo, la sobrevivencia también es afectada por el ramoneo. Otros estudios, incluidos los realizados en la PZ, sugieren la buena

$p=0.003$). *Cópita* trees were wider and their width was measured at a greater height, while *cocuite* trees were the slimmest and smallest. These measures matched the survival rate of the species: *cópita* and *cocuite* had the highest and lowest survival rates (71.6 and 46.9%, respectively).

There were differences between the number of specimens measured, when the height at which the diameter of the tree species was measured was compared (Table 4). A different number of specimens was measured at 1.2 m (expected mean 78.40, $X^2=26.08$, $p\leq 0.05$), 1.0 m (expected mean 42, $X^2=141.47$, $p\leq 0.05$), and 0.50 m (expected mean 15, $X^2=48.53$, $p\leq 0.05$).

The diameter of the trunks of 115 *cópita* specimens was measured and only one of those trees was smaller than 1.2 m. All other species lacked a defined trunk—probably as a consequence of browsing—and the diameter of the main branch was measured instead. The diameter of the main branch of those trees was measured below 1.2 m in 2 out of 78 (2.6%) *tihuixtle*, 13 out of 91 (14.3%) *quebracho*, 17 out 94 (17.9%) *guácimo*, and 24 out of 77 (31.2%) *cocuite* trees. These data suggest that animals preferred to browse on *cocuite* and *guácimo* over *quebracho* and *tihuixtle* (Figure 3).

In relation to the preference shown by cattle for *cocuite*, Benítez *et al.* (2004) and Niembro *et al.* (2010) point out that the foliage of this species is very appropriate for animals, because it has low toxin and high raw protein levels. According to the results of this study, browsing can have a negative, direct, and major impact on the development and survival of *cocuite* and the different species used in silvopastoral arrangements. *Cocuite* has also been successfully used as food for chickens or as natural fertilizer, and it is important to consider that its melliferous flowers are

Cuadro 4. Diámetro y altura de medición del diámetro en árboles sembrados en 2006 en un módulo silvopastoril.

Table 4. Diameter and height at which the diameter was measured in trees planted in 2006 in a silvopastoral system.

| Especie | Diámetro promedio (m) | Altura de medición promedio (m) |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Cocuite (<i>G. sepium</i>) | 1.1 | 1.1 |
| Cópita (<i>C. dodecandra</i>) | 10.3 | 1.2 |
| Guácimo (<i>G. ulmifolia</i>) | 1.4 | 1.1 |
| Quebracho (<i>D. robinoides</i>) | 1.8 | 1.1 |
| Tihuixtle (<i>C. cacalaco</i>) | 2.6 | 1.2 |

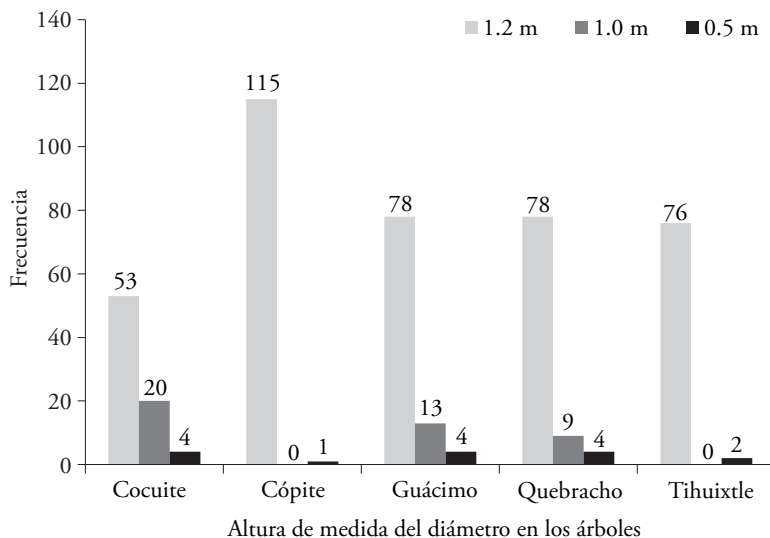


Figura 3. Altura de medición del diámetro en tronco o rama principal a 11 años de siembra de cinco especies leñosas nativas en una parcela silvopastoril.

Figure 3. Height at which the diameter of the trunk or the main branch was measured in five native woody species 11 years after they were planted in a silvopastoral parcel.

aceptación del guácimo como leñosa forrajera para el bovino, además del gusto de los animales por consumir el follaje directo de la planta, y los frutos caídos en el suelo (Villa-Herrera *et al.*, 2009; Navas-Panadero, 2017). En esta especie se debe considerar que las flores son melíferas y se usa en medicina tradicional; y el quebracho es una especie fijadora de nitrógeno que crece en terrenos marginales (Gutiérrez y Dorantes *s/a*; SIRE *s/a*).

En tihuixtle, la sobrevivencia se puede deber a que es una leguminosa tóxica para el ganado (Benítez *et al.*, 2004), pero los animales si la consumen. En el estudio de palatabilidad realizado en la PZ los animales consumieron las hojas ofrecidas, principalmente los bovinos. Pero en los sistemas silvopastoriles también se deben considerar los usos posibles de su corteza, frutos y madera, además del aprovechamiento medicinal y de las flores melíferas (Niembro *et al.*, 2010; Sánchez, 2016; Gutiérrez y Dorantes *s/a*).

El cópite no es un buen forraje por la dureza y sabor de sus hojas (Niembro *et al.*, 2010), tiene un menor consumo y afectación por los animales, por lo cual es una especie adecuada para el sistema silvopastoril como sombra para el ganado, además de su aprovechamiento maderable, o el consumo de los frutos y usos medicinales (SIRE *s/a*).

En la parcela se observaron 145 ejemplares de otras especies leñosas que crecieron de forma natural

used in traditional medicine (Gutiérrez and Dorantes, n.d.; SIRE, n.d.).

Browsing also has an impact on the survival of *quebracho* and *guácimo*. Other studies (including those carried out in the PZ) suggest that *guácimo* is a woody plant that is easily accepted by cattle as forage; the animals also like to consume its foliage directly from the plant, along with fruits that have fallen to the ground (Villa-Herrera *et al.*, 2009; Navas-Panadero, 2017). This species also has melliferous flowers which are used in traditional medicine; meanwhile, *quebracho* is a species with nitrogen fixation characteristics and grows in uncultivated lands (Gutiérrez and Dorantes, n.d.; SIRE, n.d.).

The survival of *tihuixtle* may be a consequence of its toxicity to cattle (Benítez *et al.*, 2004), although animals do consume it. During the palatability study carried out at the PZ, animals—mainly cattle—consumed the leaves they were offered. Nevertheless, the potential uses—including medicinal uses—of its bark, fruits, melliferous flowers and timber must be taken into consideration in silvopastoral systems (Niembro *et al.*, 2010; Sánchez, 2016; Gutiérrez and Dorantes, n.d.).

As a consequence of the toughness and taste of its leaves, *cópite* is not a good forage (Niembro *et al.*, 2010). However, since animals consume and damage it less, this tree can be used to provide shade for

o se sembraron en 2002 como sombra o barrera rompivientos. Estos ejemplares fueron 8 acacia amarilla (*Albizia lebbbeck*), 34 casuarina (*Casuarina equisetifolia*), 3 cedro rojo (*Cedrela odorata*), 14 guaje (*Leucaena leucocephala*), 14 nacaxtle (*Enterolobium cyclocarpum*), 46 roble (*Tabebuia rosea*), 19 teca (*Tectona grandis*) y 7 uvero (*Coccoloba uvifera*). En todos los casos, el diámetro se midió a una altura promedio de 1.2 m, en árboles jóvenes con 15 años de permanencia (Cuadro 5).

Es importante resaltar que la mayoría de las especies sembradas en 2002 fueron nativas, como el cedro rojo, nacaxtle, roble, guaje y uvero, todas especies importantes para los sistemas silvopastoriles, productoras de flores melíferas y usos medicinales. Sólo tres especies fueron exóticas, incluyendo teca, acacia amarilla y casuarina, pero importantes también por sus características de especie de alto valor maderable, fijadoras de nitrógeno, con flores melíferas, útiles como barrera contra viento y fijadoras de suelo y dunas (Conabio s/a; SIRE s/a; Cuadro 2).

CONCLUSIONES

Los árboles tropicales nativos son una opción importante para el establecimiento de sistemas silvopastoriles exitosos por las diversas funciones que desempeñan, como fuente de alimentación para el ganado, mejora la fertilidad del suelo, mantenimiento del balance hídrico, fijación de CO₂ y generación de microclimas con la sombra de sus copas que reduce el estrés calórico en los animales. También se debe considerar otras características de uso, importantes en

livestock in silvopastoral systems; additionally, it can also be used as timber, consumed as fruit or used for medicinal purposes (SIRE, n.d.).

One-hundred forty-five specimens from other woody species grew naturally in the parcel or were planted in 2002 to provide shade or to serve as windbreak. These specimens included: 8 Indian siris (*Albizia lebbbeck*), 34 Australian pines (*Casuarina equisetifolia*), 3 Spanish cedars (*Cedrela odorata*), 14 lead trees (*Leucaena leucocephala*), 14 Elephant-ear trees (*Enterolobium cyclocarpum*), 46 trumpet trees (*Tabebuia rosea*), 19 teaks (*Tectona grandis*) and 7 sea grapes (*Coccoloba uvifera*). In all cases, the diameter was measured at an average height of 1.2 m in young trees with a 15-year permanence (Table 5).

Significantly, most of the species planted in 2002 were native, including Spanish cedar, Elephant-ear tree, trumpet tree, lead tree and sea grape. All of these species are important for silvopastoral systems, produce melliferous flowers and have medicinal uses. Only three exotic species (including teak, Indian siris and Australian pine) were found; nevertheless, they are also important because they have a high value as timber, help in nitrogen fixation, have melliferous flowers, are useful as windbreaks, and help with soil and dune fixation (Conabio, n.d.; SIRE, n.d.; Table 2).

CONCLUSIONS

Native tropical trees are an important option for the establishment of successful silvopastoral systems, owing to their various functions, including: source of food for livestock; improvement of soil fertility;

Cuadro 5. Diámetro de leñosas crecidas de forma natural o sembradas como sombra o barrera rompivientos en un módulo silvopastoril, medido a 1.2 m de altura.

Table 5. Diameter at a height of 1.2 m of woody plants naturally grown or planted to provide shade or to serve as windbreak in a silvopastoral system.

| Especie | Diámetro (cm) |
|--|---------------|
| Acacia amarilla (<i>A. lebbbeck</i>) | 5.4 |
| Casuarina (<i>C. equisetifolia</i>) | 14.1 |
| Roble (<i>T. rosea</i>) | 9.0 |
| Cedro rojo (<i>C. odorata</i>) | 7.7 |
| Nacaxtle (<i>E. cyclocarpum</i>) | 6.2 |
| Teca (<i>T. grandis</i>) | 11.6 |
| Guaje (<i>L. leucocephala</i>) | 1.0 |
| Uvero (<i>C. uvifera</i>) | 4.6 |

las especies, como la producción de flores melíferas, la medicina tradicional y el aprovechamiento maderable. En la parcela de especies nativas sembradas se observó, que a pesar del eventual impacto por el ramoneo de los bovinos, la sobrevivencia fue superior al 50% a 11 años de su siembra, y las especies preferidas por el ganado fueron cocuite, guácimo y quebracho.

LITERATURA CITADA

- Alviar M. L., R. Echeverri, y A. Fragoso. 2016. Manual de modelos productivos con efectividad climática. Módulo 6. Sistema de Producción Silvopastoril. Alianza MexicoREDD+. USAID. 217 p.
- Aquino, E., G. Rodríguez, C. Lamothe, J. L. Contreras, y A. León. 2010. Establecimiento de una parcela demostrativa silvopastoril con especies nativas forestales, en el municipio de Veracruz. *In: Memoria de la V Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, Bienestar Animal en Sistemas Silvopastoriles*. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. pp: 194-198.
- Benítez, G., M. T. Pulido, y M. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C. –SIGOLFO– CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México. 288 p.
- Campbell, W. B., D. C. Freeman, J. M. Emlen, and S. López-Ortiz. 2010. Correlations between plant phylogenetic and functional diversity in a high altitude cold salt desert depend on sheep grazing season: Implications for range recovery. *Ecol. Indic.* 10: 676-686.
- Cesa, A., and J. M. Paruelo. 2011. Changes in vegetation structure induced by domestic grazing in Patagonia (Southern Argentina). *J. Arid Environ.* 75: 1129-1135.
- Conabio s/a. *Coccoloba uvifera*. www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/57-polyg2m.pdf. (Consulta: mayo 2019).
- Conabio. 2016. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, 1844. http://procurement-notice.undp.org/view_file.cfm?doc_id=56983. (Consulta: junio 2019).
- Conabio. s/a. *Albizia lebbbeck*. www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/39-legum5m.pdf (Consulta: mayo 2019).
- Cotler, A., H., y M. L. Cuevas F. 2017. Estrategias de Conservación de Suelos en Agroecosistemas de México. Fundación Gonzalo Río Arronte, I. A. P. México. 112 p.
- Faria, J. A. 2015. Especies de árboles a sembrar en los potreros del trópico. www.ergomix.com/ganadería-leche/articulos/especies-arboles-sembrar-potreros-t32170.htm. (Consulta: mayo 2019).
- Gutiérrez, L., y J. Dorantes. s/a. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. www.verarboles.com. (Consulta: mayo 2019).
- Horn, S., S. Hempel, M. Ristow, M. C. Rillig, I. Kowarik, and T. Caruso. 2015. Plant community assembly at small scales: Spatial vs. environmental factors in a European grassland. *Acta Oecol.* 63: 56-62.
- Llenderal, s/a. Ficha 12. Sistemas Silvopastoriles. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

maintenance of the water balance; CO₂ fixation; and generation of microclimates, as a consequence of the reduction of the animals' heat stress due to the shade provided by their crown. Other important characteristics of the uses of the species must also be taken into consideration, including the production of melliferous flowers, traditional medicine and timber. In the silvopastoral parcel planted with native species, over 50% of them persisted 11 years later, despite the possible impact of cattle browsing on the trees; the species preferred by cattle were *cocuite*, *guácimo* and *quebracho*.

—End fo the English version—



- Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. s/a. <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents7fichasaapt/Sistemas%20silvopastoriles.pdf> (Consulta: abril 2019).
- Marinidou, E., y G. Jiménez F. 2010. Paquete tecnológico. Sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas. 1a. ed. CONAFOR, Jalisco, México. 46 p.
- Mayren-Mendoza, F. J., A. R. Rojas-García, M. A. Maldonado-Peralta, O. Ramírez-Reynoso, J. Herrera-Pérez, N. Torres-Salado, P. Sánchez-Santillán, M. B. Bottini-Luzardo, y A. Hernández-Garay. 2018. Comportamiento productivo de ovinos pelibuey en pastoreo suplementados con follaje de *Guazuma ulmifolia* Lam. *Agroproductividad* 11: 29-33.
- Navas-Panadero, A. 2017. Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos. *Rev. Med. Vet.* 34: 55-65.
- Niembro, R., A., M. Vázquez T., y O. Sánchez S. 2010. Árboles de Veracruz. 100 Especies para la Reforestación. SEV. Gobierno de Veracruz. Xalapa, Veracruz, México. 130 p.
- Ospina-Daza, L. A., M. E. Buitrago-Guillen, y J. E. Vargas-Sánchez. 2017. Identificación y degradación de mimosina, un compuesto tóxico en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes* 40 (4): 257-264. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942017000400001 (Consulta junio 2019).
- Pandey, D., y C. Brown. 2000. La teca: una visión global. *Unasylva* 201 (51). www.fao.org/tempref/docrep/fao/X45655/X45655s02.pdf (Consulta: mayo 2019).
- Sánchez, M. 2016. *Caesalpinia cacalaco*. Humb. & Bon pl. <http://www.arbolesornamentales.es/Caesalpinia%20cacalaco.pdf>. (Consulta: abril 2019).
- Sanginés, L., T. Amezcua, J. Solorio, C. González-Rebeles, y F. Galindo. 2013. Guía para la producción sustentable en sistemas silvopastoriles. Programa PAPIIT-UNAM. México, D.F. 32 p.
- SIRE, s/a. Paquetes tecnológicos: *Casuarina equisetifolia*. (L.). <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/897Casuarina%20equisetifolia.pdf> (Consulta: mayo 2019).

- SIRE, s/a. Paquetes tecnológicos: *Cordia dodecandra*. A. D. C. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/906Cordia%20dodecandra.pdf> (Consulta: abril 2019).
- SIRE, s/a. Paquetes tecnológicos: *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/923Gliricidia%20sepium.pdf> (Consulta: abril 2019).
- SIRE, s/a. Paquetes tecnológicos: *Guazuma ulmifolia* Lam. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/928Guazuma%20ulmifolia.pdf> (Consulta: abril 2019).
- SIRE, s/a. Paquetes tecnológicos: *Teca grandis* L. f. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1012Tectona%20grandis.pdf> (Consulta: mayo 2019).
- Vázquez, T., M., J. Campos J., y A. Cruz P. 2007. Los Árboles Cultivados de Veracruz. SEV – IVEC – COVECYT – UV. Xalapa, Ver., México. 275 p.
- Villa-Herrera, A., M. E. Nava-Tablada, S. López-Ortiz, S. Vargas-López, E. Ortega-Jiménez, y F. Gallardo-López. 2009. Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia* lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 10: 253-261.