

# CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose EN SU HABITAT NATURAL Y EVALUACION DE SU POTENCIAL CORTICAL EN CHIAPAS, MÉXICO

## BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose IN ITS NATURAL HABITAT AND ASSESSMENT OF ITS BARK POTENTIAL IN CHIAPAS, MÉXICO

Reiner Rincón-Rosales y Federico A. Gutiérrez-Miceli

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Instituto Tecnológico de Tuxtla-Gutiérrez. Carretera Panamericana km 1080. Tuxtla-Gutiérrez, México. (rrincon@ibiologia.unam.mx)

### RESUMEN

En Chiapas, México, una amplia variedad de plantas tienen potencial para uso industrial. Timbre (*Acaciella angustissima*) es una leguminosa arbustiva que acumula taninos en su corteza, y se usa para curtir pieles. En la Depresión Central y en la Meseta Comiteca se seleccionaron ocho sitios para estudiar sus características biológicas y su hábitat, así como evaluar su rendimiento cortical. Los resultados indicaron que *A. angustissima* es una leguminosa muy versátil que crece en diferentes tipos de suelos, en zonas con temperaturas, precipitaciones y altitudes variables. Los arbustos estudiados no presentaron diferencias morfológicas, pero las plantas que crecen en la Meseta Comiteca tuvieron mayor altura que las de la Depresión Central. El sitio experimental Lomas presentó la mayor densidad de arbustos (15 390 plantas ha<sup>-1</sup>), observándose que 100% de la población estaba conformada por plantas adultas y que registraron el mayor rendimiento cortical en 4 años (176.0 t corteza ha<sup>-1</sup>) en comparación con los otros sitios estudiados. Sin embargo, la variación en la densidad poblacional del Timbre indica que no hay condiciones para su aprovechamiento. Por tanto, es necesario implementar un programa de reforestación para el aprovechamiento racional de este recurso biótico.

**Palabras clave:** *Acaciella angustissima*, densidad poblacional, rendimiento cortical, Timbre.

### INTRODUCCIÓN

**A***caciella angustissima* es un miembro de la familia leguminosae, que tiene su origen en Belice, América Central (Rico-Arce y Bachean, 2006). En México es conocida como Cantemo, Guajillo y Timbre (Roshetko, 2001). Hay interés en usar *A. angustissima* en sistemas de agroforestería debido a su rápido crecimiento, capacidad de fijación de nitrógeno y a la calidad de los taninos que acumula en su corteza (Rincón *et al.*, 2003). Los árboles fijadores de nitrógeno, como *A. angustissima*,

### ABSTRACT

A wide variety of plants in Chiapas, Mexico, have potential for industrial use. *Acaciella angustissima*, whose local name is Timbre, is a leguminous shrub that accumulates tannins in its bark, which is used to tan leather. In the Central Depression and the Comitec Plateau eight sites were selected to study its biological characteristics and its habitat and to assess bark yield. The results indicated that *A. angustissima* is a very versatile legume that grows in different types of soils, in areas with varying temperatures, rainfall and altitudes. The shrubs studied were not morphologically different, but the specimens that grow on the Comitec Plateau are taller than those of the Central Depression. In the Lomas experimental site shrub population was denser (15 390 plants ha<sup>-1</sup>) than in the other sites and 100% of this population was composed of adult plants. The highest bark yield was recorded at 4 years of age (176.0 t bark ha<sup>-1</sup>) at this site. However, the variation in population density indicates that there are no conditions for its use. Therefore, it is necessary to implement a reforestation program to assure rational use of this natural resource.

**Key words:** *Acaciella angustissima*, population density, bark yield, timbre.

### INTRODUCTION

**A***caciella angustissima*, a member of the legume family, originated in Belice, Central America (Rico-Arce and Bachean, 2006). In México it is known as Cantemo, Guajillo and Timbre (Roshetko, 2001). There is interest in using *A. angustissima* in agroforestry systems because of its rapid growth, its capacity for fixing nitrogen, and the quality of the tannins that accumulate in its bark (Rincón *et al.*, 2003). Nitrogen fixing shrub, such as *A. angustissima*, form islands of fertility: they increase the content of soil organic matter, prevent erosion, and provide refuge for flora and fauna (Reyes-Reyes *et al.*, 2003). Over use, overgrazing, forest fires and cultivation have reduced the distribution and density of these trees and has caused a drastic reduction in

Recibido: Octubre, 2006. Aprobado: Agosto, 2007.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 42: 129-137. 2008.

forman islas de fertilidad, incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, previenen la erosión y forman un refugio para la flora y fauna (Reyes-Reyes *et al.*, 2003). El sobreuso, sobrepastoreo, los incendios forestales y el cultivo de la tierra han reducido la distribución y la densidad de estos árboles y ha causado una disminución drástica en la fertilidad del suelo. *A. angustissima* puede encontrarse en las regiones áridas y semiáridas de México (Dzowela, 1994), y en Chiapas principalmente en la Depresión Central y en la Meseta Comiteca (Rzedowski, 1983) donde se usa en el curtido artesanal de pieles. Sin embargo, poco se conoce acerca de su distribución y abundancia, sus características biológicas, su hábitat y el aprovechamiento de su corteza. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización biológica de *A. angustissima* en su hábitat natural, cuantificar sus poblaciones actuales y determinar su rendimiento cortical. La hipótesis fue que las poblaciones de Timbre en Chiapas no presentan las características fenológicas adecuadas para la extracción y aprovechamiento de sus cortezas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se hizo de enero de 1999 a diciembre de 2003. Se seleccionaron ocho sitios en dos regiones fisiográficas del Estado de Chiapas, México, donde hay uso artesanal de *A. angustissima* para curtir pieles. En la Depresión Central se eligieron los sitios: Sumidero (Tuxtla Gutiérrez), Cruz ancha (Berriozábal), Piedra Blanca (Ocozocoautla de Espinosa) y Cañada (Suchiapa); en la Meseta Comiteca: Quija (Comitán de Domínguez), Nubes (Las Margaritas), Timbral (Trinitaria) y Lomas (Tzimol) (Figura 1). La ubicación geográfica y la altitud de los sitios se realizó con un equipo GPS, marca Sportrak Magellan 210G. Los datos de temperatura y precipitación se obtuvieron de los centros

soil fertility. *A. angustissima* can be found in arid and semi-arid regions of México (Dzowela, 1994), and in Chiapas, principally in the Central Depression and the Comitac Plateau (Rzedowski, 1978), where it is used by artisans to tan skins. However, little is known about its distribution and abundance, its biological characteristics, its habitat or the use of its bark. Thus, this study was conducted to characterize *A. angustissima* biologically in its native habitat, quantify current populations, and determine bark yield.

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted from January 1999 to December 2003. Eight sites were selected in two physiographic regions of the State of Chiapas, México, where *A. angustissima* is used by craftsmen to tan skins. In the Central Depression the following sites were selected: Sumidero (Tuxtla Gutiérrez), Cruz Ancha (Berriozábal), Piedra Blanca (Ocozocoautla de Espinosa) and Cañada (Suchiapa); Quija (Comitán de Domínguez), Nubes (Las Margaritas), Timbral (Trinitaria) and Lomas (Tzimol) on the Comitac Plateau (Figure 1). Geographic location and altitude of the sites were determined with GPS equipment, Sportrak Magellan 210G. Data on temperature and rainfall were obtained from the weather stations of the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) located in these two regions. Soil samples were collected and sent to the INIFAP Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal (Guanajuato, México) for physicochemical analysis. Land use at each site was determined by interviews with farmers or ejido authorities.

At each site the biological aspects of *A. angustissima* shrubs studied were morphology of leaves, flowers, fruits and seeds; these data were used to identify of the species. Samples of the specimens of timbre collected in the field were sent to the herbarium of the Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, for identification and taxonomic classification. Height of 10 specimens selected randomly at each site was also measured.

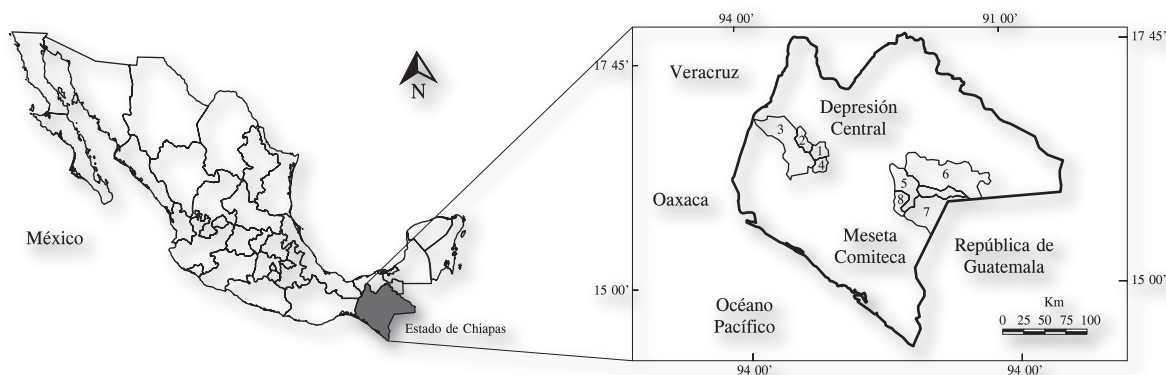


Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales donde se estudiaron las características de *Acaciella angustissima*. I. Depresión Central (DC): 1) Sumidero (Tuxtla Gutiérrez); 2) Cruz ancha (Berriozabal); 3) Piedra blanca (Ocozocoautla); 4) Cañada (Suchiapa). II. Meseta Comiteca (MC): 5) Quija (Comitán); 6) Nubes (Las Margaritas); 7) Timbral (Trinitaria); 8) Lomas (Tzimol).

Figure 1. Location of the experimental sites where characteristics of *Acaciella angustissima* were studied. I. Central Depression (DC); 1) Sumidero (Tuxtla Gutierrez); 2) Cruz Ancha (Berriozabal); 3) Piedra Blanca (Ocozocoautla); 4) Cañada (Suchiapa). II. Comitac Plateau (MC): 5) Quija (Comitán); 6) Nubes (Las Margaritas); 7) Timbral (Trinitaria); 8) Lomas (Tzimol).

climatológicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en estas dos regiones. Se recolectaron muestras de suelo y se enviaron al Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP (Guanajuato, México) para un análisis fisicoquímico. El uso de suelo en cada sitio se conoció mediante entrevistas directas con los campesinos o comisariados ejidales.

En cada sitio se estudiaron los aspectos biológicos de los arbustos de *A. angustissima*: morfología de las hojas, flores, frutos y semillas; estos datos se usaron para identificar la especie. Muestras de ejemplares de Timbre recolectados en campo se enviaron al Herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México para su identificación y clasificación taxonómica. También se determinó la altura de los arbustos eligiendo al azar 10 ejemplares en cada sitio de muestreo. Durante cuatro años consecutivos se estudiaron las etapas fenológicas del Timbre para conocer la temporada de floración y fructificación, así como el momento en que ocurre la germinación de las semillas. También se estudiaron las características de su hábitat y las plagas que atacan a esta leguminosa. La identificación de las plagas se logró con el apoyo de entomólogos del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas. La densidad de población de *A. angustissima* se determinó mediante la técnica puntos en cuadrante (Zhang, 2007): 1) en cada sitio se trazó un transecto de 200 m en dirección Norte-Sur y se ubicaron 10 puntos sobre esta línea separados a 20 m; 2) a la mitad de la línea principal se trazó un segundo transecto de 200 m Este-Oeste manteniendo el mismo número de puntos y distancias de separación; 3) con los datos (número de puntos, distancia del punto central a la planta y cobertura del árbol) se calcularon las variables: área media, densidad total, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa, frecuencia, densidad y el valor de importancia (Franco, 1989).

La abundancia de *A. angustissima* en su hábitat se determinó por la edad de los arbustos. Las plantas se dividieron en jóvenes y adultas con base en la altura de planta, diámetro basal, grosor de la corteza y la cobertura. Las plantas con una altura media menor que 1.5 m, diámetro de tallo menor que 3 cm, grosor de corteza menor que 2.5 mm y el diámetro del follaje menor que 1.5 m se consideraron de entre uno y dos años de edad y se clasificaron como jóvenes, mientras que las de una altura media mayor que 2 m, diámetro de tallo entre 5 y 6 cm, grosor de la corteza mayor que 6 mm y diámetro del follaje entre 2 a 3 m tenían entre cuatro y cinco años de edad se consideraron plantas adultas (Roshetko, 2001). El rendimiento cortical en cuatro años ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) se calculó con base al número de plantas adultas multiplicado por el rendimiento promedio individual ( $\text{kg planta}^{-1}$ ). El rendimiento individual se calculó *in situ* con base en la experiencia de los recolectores de corteza de Timbre en la región y la de otros colectores de acacias en África y Australia (Roshetko, 2001), lo cual se verificó calculando el volumen total de la planta. El volumen se calculó usando la ecuación del cono truncado adaptada para acacias y otras leguminosas tropicales (Cole *et al.*, 1996). Todos los análisis estadísticos se hicieron con el programa SAS (SAS Institute Inc., 1989).

During four consecutive years, phenological stages of timbre were studied to determine flowering and fruiting seasons and to observe the time of germination. Characteristics of its habitat and the pests that attack this legume were also studied. Identification of pests was achieved with the support of the Instituto de Historia Natural y Ecología of Chiapas. *A. angustissima* population density was determined with the points in quadrants technique (Zhang, 2007): 1) each site was transected by a 200 m line drawn from north to south and 10 points on this line were located every 20 m; 2) at the middle of the main line a second 200 m line was drawn from east to west with the same number of points separated by the same distance; 3) with the data (number of points, distance from the central point to the shrub and crown cover) the variables mean area, total density, relative density, relative dominance, relative frequency, frequency, density and importance value were calculated (Franco, 1989).

Abundance of *A. angustissima* was determined by age of the shrubs. Plants were divided into young and adult plants based on plant height, base diameter, bark thickness and cover. Plants with mean height below 1.5 m, stem diameter less than 3 cm, bark thickness less than 2.5 mm and foliage diameter less than 1.5 m were considered to be between one and two years old and classified as young. Those that had a mean height above 2 m, stem diameter between 5 and 6 cm, bark thickness greater than 6 mm and foliage diameter between 2 and 3 m were 4 to 6 years old and considered adult (Roshetko, 2001). Bark yield in four years ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) was calculated by multiplying number of adult plants by average individual yield ( $\text{kg plant}^{-1}$ ). Individual yield was calculated *in situ* based on the experience of timbre bark gatherers of the region and other gatherers of acacias in Africa and Australia (Roshetko, 2001); this was verified calculating the total volume of the plant. Volume was calculated using the frustum cone equation adapted for acacias and other tropical legumes (Cole *et al.*, 1996). SAS software (SAS Institute Inc., 1989) was used for all the statistical analyses.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Characteristics of the experimental sites

The experimental sites located in the Central Depression are characterized by a hot humid (Aw) climate with summer rains; mean annual temperature fluctuates from 23.0 to 26.5 °C and annual rainfall is 802 to 956 mm. According to García (1973), this type of climate is common in tropical regions of México. Altitude varies from 440 m in Cañada to 1166 m in Sumidero (Table 1). The soils in these places are shallow (less than 15 cm), rocky, and slightly alkaline (pH 7.0 to 7.4); slopes are moderate (less than 30%) and water retention capacity is low. Also, there are important quantities of  $\text{Ca}^{2+}$ , little organic matter and low contents of N, P and K (Table 2). According to the Soil Survey Staff classification system (1999), these soils are of the aridisol type and are nutrient poor and very susceptible to erosion. On the Comitec Plateau

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de los sitios experimentales

Los sitios experimentales ubicados en la Depresión Central se caracterizaron por presentar un clima cálido húmedo (Aw) con lluvias en verano, la temperatura media anual fluctuó de 23.0 a 26.5 °C y la precipitación anual de 802 a 956 mm. Según García (1973), este tipo de clima es común en regiones tropicales de México. La altitud varía de 440 m en La Cañada a 1166 m en El Sumidero (Cuadro 1). Los suelos en estos lugares son poco profundos (menos de 15 cm), pedregosos, con pendientes moderadas (menos de 30%), con baja capacidad para retener agua, ligeramente alcalinos (pH 7.0 a 7.4). Así mismo tienen cantidades importantes de Ca<sup>2+</sup>, poca materia orgánica y bajos niveles N, P y K (Cuadro 2). De acuerdo con el sistema de clasificación del Soil Survey Staff (1999), estos suelos corresponden al tipo de los aridisoles que son pobres en nutrientes y muy susceptibles a la erosión. En la Meseta Comiteca los sitios experimentales presentaron un clima del tipo cálido subhúmedo (ACw) a

the experimental sites have a hot subhumid climate (ACw) to humid temperate (Cw), with mean annual temperatures from 17.3 to 20.1 °C and average annual rainfall of 1000 mm. Altitude varies from 1380 m in Lomas to 1660 m in Quija. The soils of Quija and Timbral are shallow (less than 30 cm), black to dark brown, clay texture, well-drained, slightly acid, rich in organic matter and high N, P and K contents. According to the classification of the Soil Survey Staff (1999), these soils are vertisols. The soils in Nubes and Lomas are cambisols: black to dark brown, 20 cm deep, rich in organic matter (more than 7%) and N, P and K.

In terms of land use, in Sumidero trees grow under undisturbed natural conditions (ecological reserve). In the sites Cruz Ancha, Piedra Blanca and Cañada, *A. angustissima* populations are found in association with corn. In the Comitac Plateau the experimental sites have undergone major disturbance due to the practice of rainfed agriculture.

### Biological and ecological characteristics of *Acaciella angustissima*

*A. angustissima* in the experimental sites is a shrub, or bush. In the Central Depression the plants had an

**Cuadro 1. Localización, condiciones climatológicas y uso del suelo de los sitios experimentales usados para estudiar *Acaciella angustissima* en Chiapas.**

**Table 1. Location, climate and land use of the experimental sites used for the study of *Acaciella angustissima* in Chiapas.**

Sitio experimental, Municipio (localidad)	Coordenadas geográficas <sup>†</sup>	Tipo de Suelo <sup>‡</sup>	Uso del suelo	Clima <sup>§</sup>	Temperatura y lluvia anual	Altitud (m)
Sumidero Tuxtla Gutiérrez (DC)	16° 48' 24" N 93° 04' 56" O	Aridisol	Reserva ecológica	A(w)	26.5 °C, 950 mm	1166
Cruz ancha Berriozabal (DC) <sup>†</sup>	16° 47' 54" N 93° 16' 22" O	Aridisol	Agricultura, maíz	A(w)	23.0 °C, 956 mm	900
Piedra blanca Ocozacoautla (DC)	16° 45' 37" N 93° 22' 20" O	Aridisol	Agricultura, maíz	A(w)	23.8 °C, 802 mm	820
Cañada Suchiapa (DC)	16° 37' 30" N 93° 06' 00" O	Aridisol	Agricultura, maíz	A(w)	24.4 °C, 956 mm	440
Quija Comitán de Domínguez (MC)	16° 15' 37" N 92° 08' 57" O	Vértisol	Agricultura, maíz y frijol	ACw	19.4 °C, 982 mm	1660
Nubes Las Margaritas (MC)	16° 18' 04" N 91° 59' 01" O	Cambisol	Agricultura, maíz	C(w)	17.3 °C, 1025 mm	1520
Timbral Trinitaria (MC)	16° 06' 59" N 92° 03' 02" O	Vertisol	Agricultura, maíz y frijol	ACw	20.1 °C, 1020 mm	1540
Lomas Tzimol (MC)	16° 11' N 92° 12' O	Cambisol	Agricultura, maíz y frijol	C(w)	17.6 °C, 975 mm	1380

<sup>†</sup> DC = Depresión Central, MC = Meseta Comiteca.

<sup>‡</sup> Clasificación de suelos USDA (Soil Survey Staff, 1999).

<sup>§</sup> Clima A(w) = clima calido húmedo con lluvias en verano; ACw = clima calido sub-húmedo; C(w) = templado sub-húmedo.

**Cuadro 2. Características del suelo en los ocho sitios experimentales usados para estudiar *Acaciella angustissima* en Chiapas.**  
**Table 2. Soil characteristics at the eight experimental sites used for the study of *Acaciella angustissima* in Chiapas, Mexico.**

Sitio experimental	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	Textura <sup>†</sup>	pH	Materia orgánica (g kg <sup>-1</sup> )	N total (g kg <sup>-1</sup> )	K	P	Ca	Mg	CIC
						Disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	Total (mg kg <sup>-1</sup> )			
Sumidero	0.95	L-A	7.1	29.0	2.18	32.6	1.25	11.0	32.1	7.21
Cruz ancha	0.94	L-A	7.1	23.1	2.21	26.4	0.72	0.6	40.0	4.97
Piedra blanca	0.90	L-A	7.4	22.0	2.01	28.0	0.57	0.5	23.5	3.21
Cañada	1.20	L-A	7.0	20.8	0.81	25.5	0.68	18.6	24.5	4.07
Quija	1.01	Ar	6.8	71.0	3.72	48.5	2.18	12.9	2.5	2.30
Nubes	1.87	A-Ar	6.1	75.0	4.30	52.0	2.54	12.0	1.8	1.68
Timbral	1.87	Ar	6.0	96.0	4.42	41.5	2.48	12.9	2.5	2.15
Lomas	0.98	A-Ar	6.8	78.9	6.68	49.5	3.34	15.7	3.2	3.15

<sup>†</sup> Clasificación de la textura del suelo (Soil Survey Staff, 1999): L-A = limo-arcilloso, Ar = arcilloso y Ar-A = arcillo-arenoso.

templado húmedo (Cw), con una temperatura media anual de 17.3 a 20.1 °C y una precipitación promedio anual de 1000 mm. La altitud varía de 1380 m en Lomas a 1660 m en Quija. Los suelos en Quija y Timbral son poco profundos (menos de 30 cm), de color negro a café oscuro, de textura arcillosa, con buen drenaje, ligeramente ácidos, ricos en materia orgánica y con grandes cantidades de N, P y K. De acuerdo con el sistema de clasificación del Soil Survey Staff (1999), estos suelos corresponden al tipo de los vertisoles. Los suelos en Nubes y Lomas son del tipo cambisoles, negros a café oscuros, y con 20 cm de profundidad, ricos en materia orgánica (mayor de 7%) y con grandes cantidades de N, P y K.

En relación con el uso del suelo, en Sumidero los árboles crecen en condiciones naturales (reserva ecológica) sin ninguna perturbación. En los sitios Cruz Ancha, Piedra Blanca y Cañada, las poblaciones de *A. angustissima* se encontraron en asociación con cultivos de maíz. En la Meseta comiteca los sitios experimentales presentaron disturbios importantes debido a la práctica de la agricultura de temporal.

average height of 5.0 m and several thin stems, while on the Comitac Plateau they are more than 10 m tall and have a single trunk. No further notable differences in other morphological characteristics were observed between the bushes of the two regions. Leaves are asymmetric with a midrib (8-20 cm long) and 8-12 pairs of pinnae. Inflorescences were present in short clusters with white heads (2.0 cm diameter), which turn orange when they dry. Pods are dehiscent, oblong, 3.6 cm long and 6.9 mm wide, with sinuous edges, initially green, turning dark reddish brown when they mature. Seeds are 2.9-3.2 mm long, 2.5-3.0 mm wide and 1.7-2.0 mm thick, subspherical and dark brown. Timbre flowering begins at the end of summer, mainly in September, and lasts 30 to 45 d. Fruit set begins in November and continues into January. On the basis of the morphological characteristics observed in the timbre specimens, this type of acacia belongs to the genus *A. angustissima* var. *angustissima*, according to the acacia taxonomy proposed by Rico-Arce and Bachean (2006).

*A. angustissima* populations in the Central Depression are located mainly on hillsides, rocky slopes and grasslands with other shrubs (*Leucaena collinsii*,

**Cuadro 3. Características de *Acaciella angustissima* en los sitios experimentales en Chiapas.**  
**Table 3. Characteristics of *Acaciella angustissima* in the Chiapas experimental sites.**

Sitio experimental	Cantidad de plantas	Área media (m <sup>2</sup> )	Densidad		Dominancia		Frecuencia		Valor de importancia
			Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
Sumidero	64	1.11	0.724	80	0.816	76	1.0	65	221.77
Cruz ancha	19	1.69	0.281	48	0.571	39	0.9	39	125.27
Piedra blanca	32	7.20	0.056	40	0.140	74	0.7	30	144.86
Cañada	16	4.43	0.090	40	1.373	45	0.7	26	110.91
Quija	47	4.18	0.140	59	0.135	54	0.9	49	161.51
Nubes	38	3.20	0.175	56	0.190	51	0.8	54	160.37
Timbral	34	0.69	1.234	85	3.081	85	1.0	63	232.38
Lomas	36	0.58	1.529	90	3.751	88	1.0	77	255.24

### Características biológicas y ecológicas de *Acaciella angustissima*

El hábito de crecimiento de *A. angustissima* en los sitios experimentales es arbustivo. Los arbustos en la Depresión Central tuvieron una altura promedio de 5.0 m con varios tallos delgados, y los de la Meseta Comiteca una altura mayor a 10 m con un tronco único. En relación a otras características morfológicas, los arbustos de Timbre no presentaron diferencias notables entre las regiones. Las hojas son asimétricas con una nervadura central (8-20 cm longitud) y con 8-12 pares de pinnas. Presentaron inflorescencias en racimos cortos, con cabezuelas blanquecinas (2.0 cm diámetro) que se tornan de color naranja cuando se secan. Las vainas son dehiscentes, oblongas, 3-6 cm de longitud y 6-9 mm de ancho, con márgenes sinuosos, inicialmente verdes, volviéndose de color café-marrón cuando maduran. Semillas 2.9-3.2 mm de largo, 2.5-3.0 mm de ancho y 1.7-2.0 mm de grosor, subesféricas, pardo oscuras. La floración del Timbre comienza a finales del verano, principalmente en septiembre y dura entre 30 y 45 d. La formación de frutos comienza en noviembre y se extiende hasta la primavera. La maduración de las vainas comienza a finales de diciembre y termina a principios de enero. Con base en las características morfológicas encontradas en los ejemplares de Timbre estudiados, este tipo de acacia pertenece al género *A. angustissima* var. *angustissima*, según la taxonomía de acacias propuesta por Rico-Arce y Bachean (2006).

Las poblaciones de *A. angustissima* en la Depresión Central se localizaron principalmente en laderas, pendientes rocosas y en pastizales con otros arbustos (*Leucaena collinsii*, *Byrsonimia crassifolia*, *Tecoma stan*, *Lysiloma acapulcensis* y *Acacia farnesiana*). En la Meseta Comiteca los arbustos de Timbre se localizaron en suelos poco pedregosos, laderas y bosques de tipo pino-encino, donde comparte hábitat con *Pinus oocarpa* y *Quercus acatenangensis*. En Chiapas, *A. angustissima* tolera un clima templado y suelos ácidos con buen drenaje; también resiste periodos de sequía, posiblemente debido a su raíz profunda. En los sitios de tierra baja (440 m), como en Cañada, el Timbre florece pero produce pocas semillas, mientras que a mayor altitud (1660 m) como en Quija, las plantas presentan una mayor producción de semillas. Virginia y Jarrel (1983) encontraron que la distribución y abundancia de las especies de *Acacia* y *Prosopis* en zonas áridas en Sonora, México, están limitadas principalmente por la altitud y la composición química de los suelos. En relación a las plagas, arbustos adultos de *A. angustissima* fueron atacados por insectos que dañan su corteza. La hembra del insecto *Coccus axin*

*Byrsonimia crassifolia*, *Tecoma stan*, *Lysiloma acapulcensis* and *Acacia farnesiana*). On the Comitese Plateau timbre shrubs were found on less rocky soils, slopes and pine-oak forests where it shares its habitat with *Pinus oocarpa* and *Quercus acatenangensis*. In Chiapas *A. angustissima* tolerates a temperate climate and well-drained acid soils; it also resists periods of drought, possibly because of its deep roots. In low lands (440 m) such as in Cañada, timbre flowers but produces little seed, while at higher altitude (1660 m), as in Quija, the plants produce more seed. Virginia and Jarrel (1983) found that distribution and abundance of species of *Acacia* and *Prosopis* in the arid regions of Sonora, México, are restricted mainly by altitude and chemical composition of the soil. Insect pests that attack adult *A. angustissima* damage the bark. *Coccus axin* (Margarodidae) females affect the stems and branches of young plants, mainly in the Cañada and Cruz Ancha sites. Beetles (Coleoptera: Bruchidae) were also found damaging seeds in all of the sites studied. The damage caused by insects makes old trees more vulnerable to the strong winds in February and March. New plants emerge from the fallen bushes and, with the beginning of the rainy season (in May), they grow rapidly and vigorously; this seems to be an important propagation and survival strategy. This behavior was also reported in *A. hindsii*, which is attacked by ants of the genus *Pseudomyrmes*, which cause old bushes to fall and new plants to sprout on the Pacific coast of México (Raine *et al.*, 2002). In our study it was observed that timbre seeds that fallen January and February begin to germinate in early July (120-150 d later) when the soil is still moist. Very few seeds are able to germinate since the seed coat is very hard, making absorption of water and nutrients difficult (Rincón *et al.*, 2003). Recently germinated seedlings had double bi-pinnate compound tuber-shaped non-phyllode leaves. The tap root is modified and tuber-shaped, and secondary roots are thin with 2 to 4 small dark-red spherical nodules.

### Population characteristics

In our study, timbre populations were observed in the Lomas site at an altitude of 1380 m. Here, plant density (15 390 plants ha<sup>-1</sup>) was higher than in the Piedra Blanca site where altitude is 820 m and density was 517 plants ha<sup>-1</sup>. Räsänen (2002) reported that fires started intentionally (because of land use), climate, altitude, the nature of the soil (nutrients); the presence of pests (defoliators and de-barkers) are the main factors that regulate growth and density of acacia and other bushy legume populations that grow in desert regions and in the ecosystems of the Mexican

(Margarodidae) afectó los tallos y ramas de plantas jóvenes, principalmente en los sitios Cañada y Cruz ancha. También se encontró insectos escarabajos (Coleoptera: Bruchidae) dañando las semillas en todos los sitios evaluados. Los daños causados por los insectos hacen más vulnerables a los árboles viejos a los fuertes vientos que se presentan en febrero y marzo. De los arbustos derribados emergen nuevas plantas y con el inicio de la estación lluviosa (en mayo) crecen rápida y vigorosamente; al parecer esta es una manera importante de propagación de *A. angustissima* y una estrategia para su sobrevivencia. Este comportamiento también se ha reportado en *A. hindsii* que es atacado por las hormigas del género *Pseudomyrmes* ocasionando la caída de arbustos viejos y el rebrote de nuevas plantas en ecosistemas de la costa del Pacífico Mexicano (Raine *et al.*, 2002). En este trabajo se observó que las semillas de Timbre que se depositaron en el suelo en enero y febrero comienzan a germinar en los primeros días de julio (120-150 d después de su caída), cuando el suelo está todavía húmedo. Muy pocas semillas logran germinar, cuya testa o cubierta es muy dura y dificulta el paso del agua y nutrientes (Rincón *et al.*, 2003). Las plántulas recién germinadas presentaron hojas compuestas dobles bipinnadas, sin filodio, con una raíz principal modificada en forma de tubérculo, con raíces secundarias delgadas que presentaban 2 a 4 nódulos esféricos pequeños de color rojo oscuro.

### Características de las poblaciones

En este estudio se observó que las poblaciones de Timbre en el sitio Lomas, a una altitud de 1380 m, registró una mayor densidad de plantas ( $15\ 390\ \text{ha}^{-1}$ ), en comparación con el sitio Piedra Blanca donde la altitud es 820 m y la densidad fue  $517\ \text{plantas}\ \text{ha}^{-1}$ . Räsänen, (2002) reportó que los incendios (derivados del uso del suelo), el clima, la altitud, la naturaleza del suelo (nutrientes) y la presencia de plagas (defoladores y descortezadores) son los principales factores que regulan el crecimiento y densidad de las poblaciones de acacias y otras leguminosas arbustivas que crecen en zonas desérticas y en los ecosistemas del altiplano mexicano. El análisis de correlación entre la densidad de plantas de *A. angustissima* de cada sitio contra las otras variables de tipo climatológico, edafológico y con las relacionadas al uso del suelo, indicaron que la densidad de población de *A. angustissima* en Chiapas está relacionada positivamente con la altitud ( $r=0.456$ ;  $p\leq 0.05$ ), precipitación pluvial media ( $r=0.880$ ;  $p\leq 0.01$ ), cantidad de nitrógeno ( $r=0.727$ ;  $p\leq 0.05$ ), fósforo ( $r=0.677$ ;  $p\leq 0.05$ ) y con la materia orgánica ( $0.591$ ;  $p\leq 0.05$ ). En este caso, la densidad

high plateau. The correlation analysis between *A. angustissima* plant density of each site with other climate, edaphic and land use variables indicated that *A. angustissima* population density in Chiapas correlates positively with altitude ( $r=0.456$ ;  $p\leq 0.05$ ), mean rainfall ( $r=0.88$ ;  $p\leq 0.01$ ), and amount of nitrogen ( $r=0.727$ ;  $p\leq 0.05$ ), phosphorus ( $r=0.677$ ;  $p\leq 0.05$ ), and organic matter ( $r=0.591$ ;  $p\leq 0.05$ ). The highest density occurred at sites above 1000 m where a sub-humid temperate climate predominates with average annual rainfall of 1000 mm and mean annual temperature of 18.5 °C and where soils have adequate amounts of N, P and K.

### Age distribution of plants

At the eight experimental sites there were significant differences ( $p\leq 0.05$ ) between percentages of adult and young plants. The highest number of adult plants was found in Lomas and the lowest in Piedra Blanca; in the other sites adult plants predominated (Table 4). Composition, diversity and structure of vascular plants are important indicators of the health and stability of an ecosystem. They are also the source of primary production and a determining element of the habitat of other organisms (Graya and Azuma, 2005). The proportions of young and adult plants found in the eight experimental sites indicate the degree of stability of the *A. angustissima* populations. The traditional cropping system (slash and burn) and forest fires affect the abundance of the timbre populations in Chiapas. The sites where mono-cropping (corn) is found and affected by forest fires showed a high proportion of young plants (shoots), but in the sites with little human activity, adult plants dominate. Forest fires damage recently germinated seedlings, but new plants can regenerate from old burnt plants. This is a typical characteristic of acacias (Räsänen, 2002).

### *A. angustissima* bark yield

Bark yield was significantly different among all of the experimental sites ( $p\leq 0.05$ ). The highest potential yields were recorded in the Lomas site and the lowest in the Cañada site (Table 5). These results are logical since in this site the highest values in tree size, base area and population density were recorded.

### CONCLUSIONS

The information obtained in this study permitted evaluation of *A. angustissima* populations in the State of Chiapas. In spite of the interesting biological and ecological characteristics of this legume, conditions for

más alta de plantas ocurrió en los sitios con una altitud mayor de 1000 m, donde predomina el clima templado sub-húmedo, una precipitación pluvial promedio de 1000 mm, temperatura anual de 18.5 °C y suelos con cantidades adecuadas de materia orgánica, N, P y K.

### Distribución de las plantas de acuerdo con la edad

En los ocho sitios experimentales hubo diferencias significativas entre los porcentajes de plantas adultas y jóvenes ( $p \leq 0.05$ ). La cantidad de plantas adultas más grandes se encontraron en Lomas y la más baja en Piedra blanca. En los demás sitios evaluados también predominaron las plantas adultas (Cuadro 4). La composición, diversidad y estructura de las plantas vasculares son indicadores importantes de la salud y estabilidad de un ecosistema; además son la fuente de la producción primaria y un determinante fundamental del hábitat de otros organismos (Graya y Azuma, 2005). Las proporciones diferentes de plantas jóvenes y maduras encontradas en los ocho sitios experimentales indican el grado de la estabilidad de las poblaciones de *A. angustissima*. El sistema tradicional de cultivo (roza-tumba-quema) y los incendios afectan la abundancia de las poblaciones del Timbre en Chiapas. Los sitios con presencia de monocultivos (maíz) y afectados por los incendios mostraron una alta proporción de plantas jóvenes (rebrotos), pero

**Cuadro 4.** Densidad de planta, plantas adultas y jóvenes de *Acaciella angustissima* en ocho sitios experimentales en Chiapas.

**Table 4.** *Acaciella angustissima* plant density, adult plants and young plants in eight experimental sites, Chiapas, Mexico.

Sitio experimental	Densidad de planta	Planta adulta <sup>†</sup>	Planta joven <sup>§</sup>
	(ha <sup>-1</sup> )		
Sumidero	7112.8 c <sup>†</sup>	3848.3 c	3264.5 b
Cruz ancha	2983.0 d	2454.0 d	529.0 c
Piedra blanca	517.0 f	480.5 f	36.5 d
Cañada	957.5 ef	745.0 f	212.5 cd
Quija	1457.5 e	896.5 ef	561.0 c
Nubes	1743.0 e	1211.5 e	531.5 c
Timbral	12 670.0 b	7537.0 b	5133.0 a
Lomas	15 390.0 a	15 390.0 a	0.0 d
DMS ( $p \leq 0.05$ )	809.89	447.14	442.29

<sup>†</sup> Medias con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey;  $p \leq 0.05$ ) y los valores corresponden al promedio de 4 repeticiones.

<sup>‡</sup> Plantas adultas con altura promedio mayor que 2 m o más pequeñas, tallo con 5-6 de diámetro, 6 mm de grosor de corteza y 2 a 3 m diámetro de follaje de aproximadamente 4 a 5 años.

<sup>§</sup> Plantas jóvenes con altura promedio de 1.5 m o más pequeñas, tallo con 3 cm de diámetro, 2.5 mm de grosor de corteza y 1.4 m diámetro de follaje de aproximadamente 1 a 2 años.

its industrial use do not exist. The data indicated very low density of usable adult plants. However, in Lomas and Timbral it is possible to sustain use of the bark by artisans if a program of reforestation is implemented to assure rational use of this biotic resource.

—End of the English version—



en los sitios con poca actividad humana las plantas adultas dominaron. Los incendios dañan las plántulas recién germinadas, pero pueden regenerarse de los troncos de las plantas viejas quemadas. Esta es una característica típica de las acacias (Räsänen, 2002).

### Rendimiento cortical de *A. angustissima*

El rendimiento cortical fue significativamente diferente para todos los sitios experimentales ( $p \leq 0.05$ ). Los rendimientos potenciales más altos se registraron en el sitio Lomas y los más bajos en el sitio la Cañada (Cuadro 5). Estos resultados son lógicos ya que en este sitio se registraron los valores más altos del tamaño de los árboles, área basal y densidad poblacional.

### CONCLUSIONES

La información obtenida permitió evaluar la situación de las poblaciones de *A. angustissima* en el Estado de Chiapas. A pesar de las interesantes características biológicas y ecológicas que presenta esta leguminosa, no hay condiciones para su aprovechamiento industrial. Los datos indicaron una densidad muy baja de plantas adultas aprovechables. Sin embargo, en Lomas y Timbral es posible mantener un aprovechamiento artesanal de sus cortezas, pero de una manera sostenible. Por tanto, es necesario implementar un programa de reforestación para el uso y aprovechamiento racional de este recurso biótico.

### AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por las facilidades para realizar este estudio. Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) Proyecto No 3966N-9402.

### LITERATURA CITADA

Cole, T. G., R. S. Yost, R. Kablan, and T. Olsen. 1996. Growth potential of twelve *Acacia* species on acid soils in Hawaii. For. Ecol. Manag. 80: 175-186.



**Cuadro 5. Características y rendimiento cortical de *Acaciella angustissima* en ocho sitios experimentales en Chiapas-México.**  
**Table 5. *Acaciella angustissima* characteristics and bark yield at eight experimental sites in Chiapas, Mexico.**

Sitio experimental	AP <sup>†</sup> (cm)	DM <sup>§</sup> (cm)	VOL <sup>p</sup> (cm <sup>3</sup> /ha)	REND <sup>□</sup> (kg)	RENDI <sup>††</sup> (kg ha <sup>-1</sup> 4 años <sup>-1</sup> )
Sumidero	159.3 de <sup>†</sup>	5.3 ef	1365.0 d	1.91 f	7350.2 c
Cruz ancha	123.5 e	5.3 ef	996.8 d	0.55 h	1349.7 e
Piedra blanca	198.7 d	6.8 de	2485.9 d	2.15 e	1033.0 e
Cañada	151.0 e	4.7 f	888.2 d	0.67 g	499.1 e
Quija	261.5 c	9.7 c	7128.8 c	5.58 c	5002.4 d
Nubes	196.5 d	7.6 d	3059.0 cd	4.17 d	5051.9 d
Timbral	318.0 b	13.6 b	16093.4 b	9.54 b	71902.9 b
Lomas	403.0 a	15.9 a	27150.4 a	11.44 a	176061.6 a
DMS (p<0.05)	44.96	1.61	4144.9	0.051	1201.89

<sup>†</sup> Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey; p≤0.05) y los valores corresponden al promedio de cuatro repeticiones.

<sup>†</sup> AP: altura de planta.

<sup>§</sup> DM: diámetro basal.

<sup>p</sup> VOL = volumen calculado usando formula del cono truncado adaptado para acacias y otras arbustos leguminosos:  $[(1/3)(\pi)(r^2)(AP)]$  (Cole *et al.*, 1996).

<sup>□</sup> REND = rendimiento calculado *in situ*, con base en la experiencia de los colectores de corteza de “Timbre” en la región y la de otros colectores de acacias en África y Australia (Roshetko, 2001).

<sup>††</sup> RENDI = rendimiento; la edad en la que *A. angustissima* se considera una planta adulta es 4 años y es la etapa fenológica para recolectar y aprovechar sus cortezas (Roshetko, 2001).

Dzowela, B. H. 1994. *Acacia angustissima* a Central American tree that's going places. *Agroforestry Today* 6: 13-14.

Franco, L. J. 1989. *Manual de Ecología*. Editorial Trillas, México. pp: 101-107.

García, E. 1973. Modificación del Sistema de Clasificación Climática de Köppen (adaptado a las condiciones de la Republica Mexicana). UNAM, México. pp: 152-160.

Graya, A. N., and D. L. Azuma. 2005. Repeatability and implementation of a forest vegetation indicator. *Ecol. Indicators* 5: 57-71.

Raine, N. E., P. Willmer, and G. N. Stone. 2002. Spatial structuring and floral avoidance behavior present ant-pollinator conflict in a Mexican ant-acacia. *Ecology* 83: 3086-3096.

Räsänen, A. L. 2002. Biotic and Abiotic Factors Influencing the Development of N<sub>2</sub>-Fixing Symbioses Between Rhizobia and the Woody Legumes *Acacia* and *Prosopis*. University of Helsinki. Finland. 278 p.

Reyes-Reyes, B. G., E. Zamora-Villafranco, M. L. Reyes-Reyes, J. T. Frías-Hernandez, V. Olalde-Portugal, and L. Dendooven. 2003. Decomposition of leaves of huizache (*Acacia tortuosa*) and mesquite (*Prosopis* spp) in soil of the central highlands of México. *Plant and Soil* 256: 359-370.

Rico-Arce, M. L., and S. Bachean. 2006. A taxonomic revision of *Acaciella* (Leguminosae, Mimosoideae). *An. Jardín Bot. Madrid* 63: 189-244.

Rincón, R. R., N. R. Culebro, F. A. G. Miceli, and L. Dendooven. 2003. Scarification of seeds of *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze and its effect on germination. *Seed Sci. Tech.* 31: 301-307.

Roshetko, J. M. 2001. *Agroforestry Species and Technologies*. A compilation of the highlights and factsheets published by NFTA and FACT Net 1985-1999. Taiwan Forestry Research Institute and Council of Agriculture, Taiwan, Republic of China; Winrock International. Morrilton, Arkansas, USA. pp: 9-12.

Rzedowski, J. 1983. *La Vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 432 p.

SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.0. Fourth Edition, Edn. SAS Institute Inc., Cary NC.

Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Soil Survey Staff. 2nd ed. USDA-NRCS. Washington. 545 p.

Virginia, R. A., and W. M. Jarrel. 1983. Soil properties in a mesquite-dominated Sonoran Desert ecosystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 36-40.

Zhang, J. 2007. Two-dimensional pattern analysis on dominant species and community in subalpine meadow of Luya Mountain, Shanxi Province, China. *Frontiers Biol. in China* 2: 205-209.