

## DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN PLANTACIONES AGROFORESTALES DE CACAO EN CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO

### Plant diversity in cocoa agroforestry systems in Cárdenas, Tabasco, Mexico

Aurora Ramírez-Meneses, Eustolia García-López, José Jesús Obrador-Olán, Octavio Ruiz-Rosado, Wilder Camacho-Chiu

(ARM) (EGL) (JJOO) Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

Km. 3.5 Carretera Cárdenas-Huimanguillo. aufore@colpos.mx

(ORR) Colegio de Postgraduados - Campus Veracruz.

Km 88.5 carretera federal Xalapa-Veracruz

(WCCH) Universidad Autónoma de Nuevo León

**Artículo recibido:** 24 de noviembre de 2009 **aceptado:** 08 de noviembre de 2013

**RESUMEN.** El estudio se llevó a cabo en seis plantaciones agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Ejido Miguel Hidalgo 2da. Sección, Municipio de Cárdenas, Tabasco, México, seleccionándose tres parcelas de 30 años de edad y tres más de cincuenta. Se determinó la composición florística, analizándose la riqueza de especies, similitud, estructura de la vegetación y diversidad de usos de las especies vegetales arbóreas. Los resultados muestran una composición florística de 503 individuos, 23 familias, 30 géneros y 32 especies para las parcelas de 30 años y 1 238 individuos, 24 familias, 40 géneros y 44 especies para las de 50. El índice de diversidad de Shannon-Wiener mostró diferencia estadística altamente significativa  $p < 0.01$  a nivel de familia, género y especie; las parcelas de 50 años son más diversas que las de 30. Los índices de similitud de Jaccard (cualitativo), Sonrenson Is (cualitativo y cuantitativos) y Morista-Horn (cuantitativo), indicaron una clara tendencia a la disimilitud. A nivel estructural las parcelas de 30 años, presentan una mayor área basal ( $58 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), destacando *Samanea saman*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia*, y *Erythrina sp* que representan al 52 % del total del índice de valor de importancia (VIR), en las de 50 años el área basal corresponde a  $38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  figurando las especies *Colubrina arborescens*, *Musa sp.*, *Gliricidia sepium*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia* y *Cedrela odorata* que suman 44 % del VIR. A nivel de usos se observó diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ) las parcelas de mayor edad presentan mayor riqueza en usos con respecto a las más jóvenes.

**Palabras clave:** Sistema agroforestal cacao; diversidad florística.

**ABSTRACT.** The study was carried out in six cocoa (*Theobroma cacao* L.) agroforestry systems in the Ejido Miguel Hidalgo 2da. Sección, municipality of Cárdenas, Tabasco, Mexico, in three 30 year old plots and three 50 year old plots. The plant composition was determined, and the species richness, similarity, plant structure and variety in the use given to the trees were analysed. The results produced a plant composition of 503 individuals, 23 families, 30 genera and 32 species in the 30 year old cocoa plantations, and 1238 individuals, 24 families, 40 genera and 44 species in the 50 year old plots. The Shannon-Wiener diversity index provided a highly significant statistical difference ( $p < 0.01$ ) at the levels of family, genus and species. The 50 year old plots were more diverse than the 30 year old plots. The similarity indices of Jaccard (qualitative), Sorensen (qualitative and quantitative) and Morisita-Horn (quantitative) indicated a clear non-similarity trend. Structurally, the 30 year old plots presented a greater basal area ( $58 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) with *Samanea saman*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia* and *Erythrina sp* as the most important species representing 52 % of the relative importance value (RIV). The 50 year old plots recorded a basal area of  $38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  with *Colubrina arborescens*, *Musa sp*, *Gliricidia sepium*, *Diphysa robinoides*, *Guazuma ulmifolia* and *Cedrela odorata* representing 44 % of the RIV. With respect to the use given to the trees, a highly significant statistical difference ( $p < 0.01$ ) was recorded, with the older plots presenting more uses than the younger plots.

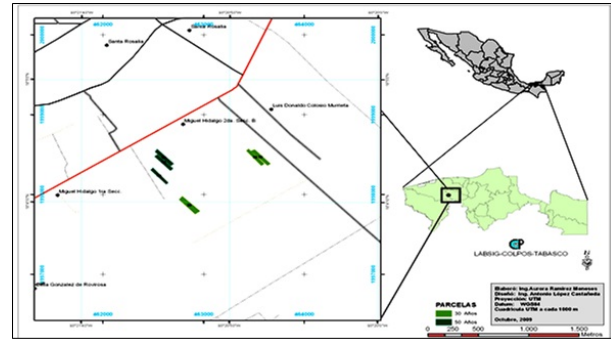
**Key words:** Cocoa agroforestry system, plant diversity.

## INTRODUCCIÓN

La región cacaotera del estado de Tabasco se extiende por una amplia área paralela al cauce del Río Grijalva, que va desde la Sierra Norte de Chiapas hasta su desembocadura en el Golfo de México y, por la diversidad biológica que soportan, los agroecosistemas de cacao son el reflejo de la preocupación por la conservación de la biodiversidad por parte de los integrantes de las diferentes etnias asentadas en las riberas de dicho río y sus afluentes. Este sistema agroforestal, como indican Motamayor *et al.* (2002) existe en el estado de Tabasco desde tiempos prehispánicos, ya que dicha especie fue domesticada por la cultura maya.

El cultivo de cacao en Tabasco ocupa el tercer lugar en importancia económica, según el valor de producción reportado hasta el año 2012 (\$ 736 064.00), y el primero en superficie establecida a nivel nacional, destacando en este sentido los municipios de Comalcalco, Cárdenas, Cunducán y Huimanguillo (Anónimo 2013). Este agroecosistema enfrenta desafíos relacionados con factores ambientales y socioeconómicos, que ponen en riesgo la biodiversidad que alberga, y que ha sido caracterizada y valorada por varios autores (Nuñez 1982; García 1983; Greenberg *et al.* 2000; Cecilia *et al.* 2001; Ramos 2001; de la Cruz 2005; Pérez 2008), quienes coinciden en ratificar la importancia de su conservación y preservación, ya sea como sistema productivo, o bien como sitio de refugio y áreas de reproducción y conservación de fauna silvestre.

Diversos estudios realizados en las zonas tropicales coinciden en la importancia que los sistemas agroforestales tienen como áreas de conservación de la biodiversidad (Clough *et al.* 2009), producción de madera, frutos comestibles y en la conservación de numerosas especies forestales (Méndez *et al.* 2007; Oke & Odebiyi, 2007; Bhagwat *et al.* 2008). Este agrosistema mediante el enfoque de medios de vida ofrecen a los productores mayores beneficios en comparación con los monocultivos (Dahlquist *et al.* 2007). Se han detectado variaciones en la superficie del agroecosistema cacao en Tabasco, una de las más importantes es la ocurrida en el periodo comprendido entre 2004 y 2005, cuando se registra



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las parcelas en el Ejido Miguel Hidalgo 2da. Sección.

**Figure 1.** Geographical location of the plots in the Ejido Miguel Hidalgo 2da. Sección.

una reducción de alrededor de 32 % (Anónimo 2013), la cual estuvo asociada a factores ambientales y socioeconómicos, entre los destaca la aparición de la enfermedad conocida como moniliasis. Lo anteriormente expuesto destaca la importancia de la elaboración y establecimiento de planes de gestión de los recursos agroforestales del sistema productivo cacao que se basen en estudios que enmarquen la importancia que éstos tienen, desde el punto de vista biológico, cultural y ambiental, desde un contexto regional y nacional; por lo que, en la presente investigación se caracterizó la diversidad, estructura y usos del agroecosistema cacao en plantaciones de 30 y 50 años, localizadas en el municipio de Cárdenas, Tabasco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Ejido Miguel Hidalgo Segunda Sección, municipio de Cárdenas, Tabasco, México, ubicado en las coordenadas 18° 04' 42.09" de latitud N, 93° 21' 05.85" longitud W, a 14 km de la cabecera municipal, siguiendo la carretera Cárdenas-Comalcalco (Figura 1).

### Diseño de muestreo

Mediante recorridos y entrevistas a productores del área cacaotera se localizaron plantaciones y seleccionaron tres de 30 y tres de 50 años, buscando que fueran homogéneas en cuanto a prácticas de manejo y condiciones edáficas (Hervé & Vidal

2008), se georeferenciaron (Bautista *et al.* 2004) y en ellas se trazaron y delimitaron con cuerda, parcelas de una hectárea.

### Composición florística

Para conocer la composición florística, diversidad y estructura de los sistemas agroforestales de cacao de 30 y 50 años se realizó un registro de cada uno de los árboles, tanto de cacao como de las especies de sombra y arbustos que se encontraron en las parcelas delimitadas, el muestreo tuvo una orientación de Norte a Sur, según lo indican Wolde-mariam *et al.* (2008). De cada individuo contabilizado se registraron los nombres comunes asignados en la región, mismos que fueron proporcionados por los dueños de las parcelas, además de las variables dasométricas: altura total y diámetro a la altura de pecho ( $D_{ap1.30m}$ ), medidas con clinómetro y cinta métrica, respectivamente (Guiracocha 2000). Las plantas no reconocidas en campo fueron colectadas con garrocha, se prensaron en campo y, una vez registradas sus características, se trasladaron al Herbario CSAT del Campus Tabasco-CP, donde fueron herborizadas (Lot & Chiang 1986) e identificadas, mediante bibliografía especializada, a nivel de familia, género y especie. Toda la información registrada en campo se concentró en una base de datos (Excel 2007), los individuos registrados se agruparon en familias, géneros y especies, incluyendo nombres comunes y ubicación geográfica de las parcelas donde fueron localizados, para luego hacer la comparación entre las dos edades. Por otra parte, las especies registradas se agruparon de acuerdo a los principales usos alternativos que los productores reportaron (Salgado - Mora *et al.* 2007).

### Análisis de diversidad, uniformidad y similitud

La diversidad de especies géneros y familias de plantas asociadas al agroecosistema cacao en las plantaciones de 30 y 50 años se analizó mediante el cálculo del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), utilizando la siguiente ecuación:

$$H' = -\sum p_i(\ln p_i) \quad (1)$$

Donde  $\sum p_i$  es igual a la abundancia proporcional de la  $i$ -ésima especie, es decir  $(\frac{n}{N})$ .

Se estimó y comparó la varianza de la diversidad de las poblaciones de las dos edades y el resultado obtenido se comparó con el valor de la prueba de  $t$  ( $p < 0.05$  y  $p < 0.01$ ).

La uniformidad de las parcelas de las dos edades se calculó mediante el índice Shannon ( $E'$ ) para especie, género y familia. La similitud entre las poblaciones agroforestales de cacao de 30 y 50 años de edad se determinó mediante los métodos cualitativos de Jaccard ( $C_j$ ) y Sorenson ( $C_s$ ) y los cuantitativos de Sorenson ( $C_N$ ) y Morisita-Horn (CMH), cuyos valores varían de cero a uno conforme son más similares (Magurran 1988).

### Análisis Estructural

Los datos dasométricos ( $D_{ap1.30m}$  y altura  $m$ ) se ordenaron por parcela evaluada ( $10,000 \text{ m}^2$ ) y por edad de la plantación. La evaluación de la estructura de las parcelas de 30 y 50 años se llevó a cabo por medio del índice de valor de importancia relativa (VIR), el cual es estimado a partir del área basal relativa, densidad relativa por unidad de área y frecuencia relativa de especies, calculándose a partir de la siguiente ecuación:

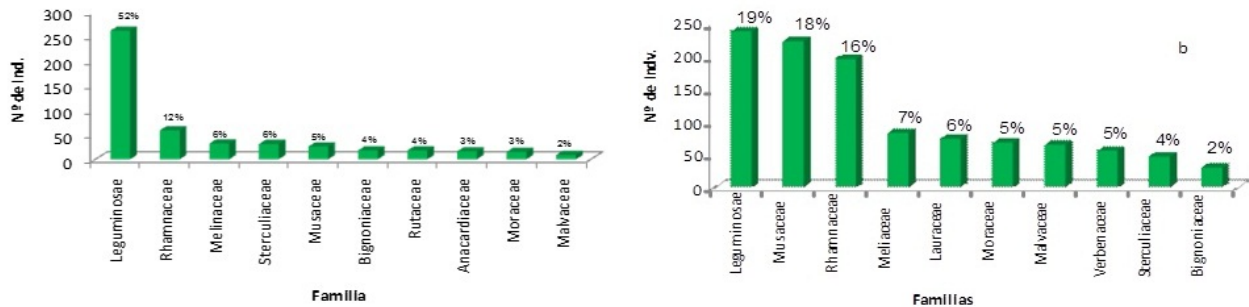
$$VIR(\%) = ABR + FR + DR/3 \quad (2)$$

Donde ABR, es el área basal relativa, FR es la frecuencia relativa por parcela y DR es la densidad relativa (Cox 1981).

Se realizó una agrupación por clase diamétrica, de las especies más representativas que, en suma, significaran 50 % del VIR, para elaborar histogramas de cada una de ellas, habiéndose realizado la prueba de Shapiro-Wilk para determinar su distribución normal (tipo 1), en la que predominan las clases intermedias, o normal logarítmica (tipo 2) en que hay un claro predominio de las primeras.

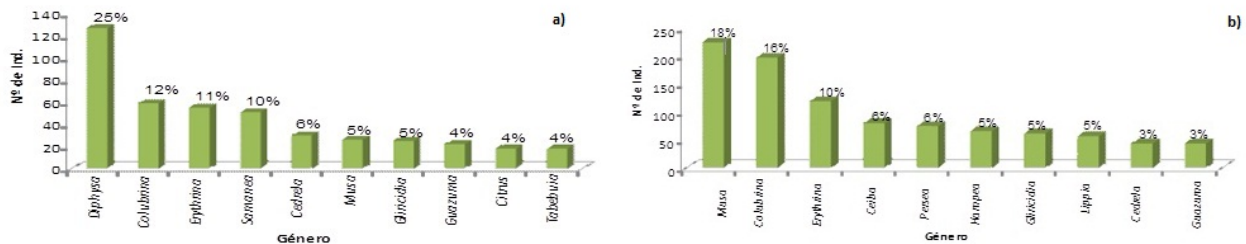
### Análisis de los usos de las especies arbóreas.

El estudio de los diferentes usos que se da a la comunidad arbórea de los cacaotales se realizó mediante consulta bibliográfica (Arellano 2003), integrándose la información a la base de datos, a partir de la cual se generó una específica de uso de cada especie arbórea para cada edad (30 y 50 años)



**Figura 2.** Familias que presentaron el mayor número de individuos registrados en las parcelas de (a) 30 años y (b) 50 años de edad.

**Figure 2.** Families with the greatest number of individuals recorded in the (a) 30 year old and (b) 50 year old plots.



**Figura 3.** Géneros con mayor número de individuos registrados en las parcelas de cacao de (a) 30 años y (b) 50 años de edad.

**Figure 3.** Species with the greatest number of individuals recorded in the (a) 30 year old and (b) 50 year old cocoa plots.

que sirvió para realizar un análisis multidimensional en el software StatSoft v 6 (2003), mediante la construcción de gráficos tipo Icon Plot-Pies que representan a las especies como símbolos multidimensionales donde los valores relativos de las variables (usos) se representan por el tamaño de las fracciones del círculo. Posteriormente se realizó un análisis de diversidad de usos mediante el cálculo de los índices de diversidad y uniformidad de Shannon ( $H'$  y  $E'$ ) y su posterior valoración mediante la prueba de  $t$  ( $p < 0.05$  y  $p < 0.01$ ) para determinar diferencias entre parcelas de 30 años y 50 años. Finalmente, las especies fueron agrupadas por uso, de acuerdo con el índice de valor de importancia

(VIR %) estructural por uso para las plantaciones de 30 y 50 años.

## RESULTADOS

### Composición florística

En las parcelas de 30 años se registró un total de 503 individuos pertenecientes a 32 especies que se agruparon en 30 géneros y 23 familias, en tanto que en las parcelas de 50 años el registro ascendió a 1 238 individuos pertenecientes a 44 especies, 40 géneros y 24 familias.

Las familias botánicas mejor representadas en las parcelas de 30 años fueron: Leguminosae

con 262 individuos, *Rhamnaceae* con 59, *Meliaceae* con 32, *Sterculiaceae* con 31, *Musaceae* con 26 y *Bignoniaceae* con 18, estas familias agrupan al 75 % de los individuos (Figura 2a). En las parcelas de 50 años las familias mejor representadas fueron *Leguminosae* con 237 individuos, *Musaceae* con 222, *Rhamnaceae* con 195, *Meliaceae* con 83, *Lauraceae* con 74 y *Moraceae* con 68 que, juntas corresponden al 71 % (Figura 2b).

En cuanto a géneros, los mejor representados en las parcelas de 30 años fueron: *Diphysa* (127), *Colubrina* (59), *Erythrina* (55), *Samanea* (51) y *Cedrela* (30) que juntos agrupan 64 % de los individuos (Figura 3a); en las de 50 fueron *Musa* (122), *Colubrina* (195), *Erythrina* (118), *Cedrela* (79), *Persea* (74) y *Hampea* (65) que corresponden a 61 % (Figura 3b).

*Diphysa robinoides* (127), *Colubrina arborescens* (59), *Erythrina sp* (52), *Samanea saman* (51) y *Cedrela odorata* (30) fueron las especies dominantes en las parcelas de 30 años, juntas agrupan 63 % del total de individuos (Figura 4a), en tanto que en las de 50, las mejor representadas fueron *Musa sp* (222), *Colubrina arborescens* (195), *Erythrina sp* (112), *Cedrela odorata* (79) y *Persea americana* (66) que agrupan 54 % del total de individuos (Figura 4b). Diversidad, uniformidad y similitud en plantaciones de cacao de 30 y 50 años en Tabasco, México.

### Diversidad, uniformidad y similitud en plantaciones de cacao de 30 y 50 años en Tabasco, México

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis de diversidad ( $H'$ ) para las dos edades estudiadas, el valor máximo se observa en las plantaciones de 50 años, donde hubo diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ), lo que permite afirmar que las plantaciones de 50 años son más diversas que las de 30, tanto a nivel de familia, como de géneros y especies. El valor de la uniformidad (0.62) fue menor en las plantaciones de 30 años a nivel de familia, en tanto que para género y especie fue similar en ambas edades, dichos valores indican que ambas poblaciones están cercanas a la uniformidad. Los

valores de los índices de similitud indican, a nivel de familia una tendencia a la similitud; a nivel de género y especie los índices cuantitativo de Sorenson (CN) y cualitativo de Jaccard ( $C_j$ ) indican más bien una tendencia a la disimilitud.

### Análisis de la estructura

Para el análisis de atributos estructurales de árboles en plantaciones de 30 y 50 años sólo se consideraron las especies con valores  $Dap_{1.30m} > 7.5$  cm (Tabla 2). Para la plantaciones de 30 años, el área basal de la población fue de  $58.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , cuatro especies reúnen 52 % del índice de valor de importancia (VIR), donde *Samanea saman* resultó ser la que tuvo mayor área basal relativa, ya que presentó árboles con una altura que supera los 37 m y  $Dap_{1.30m}$  mayores de 1.37 m, aunque presenta variación en sus clases diamétricas, la mayor proporción de sus individuos se ubica entre 0.87-1.12 m; la siguiente especie, *Diphysa robinoides* presenta una mayor densidad relativa con  $Dap_{1.30m}$  que supera 0.59 m, su mayor porcentaje de individuos se ubica en las clases intermedias, con alturas superiores a 26 m; *Guazuma ulmifolia* y *Erythrina sp.* destacan respectivamente, por sus altos valores de área basal y densidad relativa, con árboles que exceden 1.27 y 0.72 m  $Dap_{1.30m}$ , altos porcentaje de individuos en las primeras clases diamétricas, con alturas superiores a 30 y 17 m (Figura 5).

Para las parcelas de 50 años (Tabla 3) el área basal de los individuos fue de  $38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , destacan seis especies que suman 44 % del VIR: *Colubrina arborescens*, *Gliricidia sepium*, *D. robinoides*, *Musa sp*, *G. ulmifolia* y *Cedrela odorata* cuyas  $Dap_{1.30m}$  exceden 0.39, 0.88, 0.19, 0.72, 0.42 y 0.57, respectivamente. *C. arborescens*, *G. sepium*, *Musa sp*, *G. ulmifolia* y *C. odorata*, presentan un alto porcentaje en las primeras clases diamétricas (Figura 6), con alturas superiores a los 30, 30, 12, 35, y 30; *D. robinoides* presenta diámetros que llegan a exceder a los 0.57 m, presentando una mayor proporción de individuos en las clases intermedias.

En la Figura 7 se graficó la altura de los individuos de más de 20 m con  $Dap_{1.30m} > 7.5$  cm, localizados en las plantaciones de las dos edades estudiadas, sobresalen *S. saman* y *Mangifera* indica en

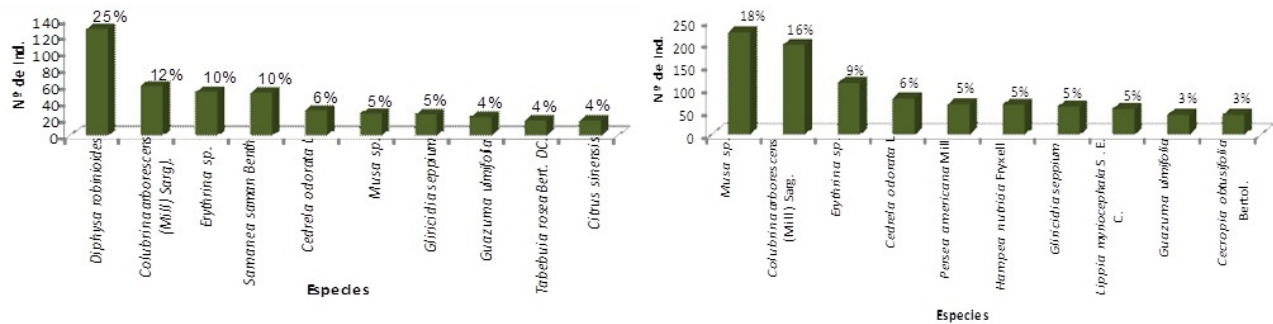


Figura 4. Especies con mayor número de individuos registradas en las parcelas de cacao de (a) 30 años y (b) 50 años de edad.

Figure 4. Species with the greatest number of individuals recorded in the (a) 30 year old and (b) 50 year old cocoa plots.

Tabla 1. Análisis de diversidad ( $H'$ ), uniformidad ( $E$ ) y similitud ( $C_j$ ,  $C_s$ ,  $C_N$ ,  $C_{NM}$ ) de especies asociadas a plantaciones agroforestales de cacao de 30 y 50 años.

Table 1. Diversity ( $H'$ ), uniformity ( $E$ ) and similarity ( $(C_j, C_s, C_N, C_{NM})$ ) analyses of the species associated with 30 and 50 year old cocoa agroforestry plantations.

Parámetros	Familia		Análisis Género		Especie	
	30	50	30	50	30	50
$H'$	1.79	2.52	2.56	2.85	2.57	2.89
$E$	0.62	0.79	0.75	0.77	0.75	0.77
Var $H'$	0.00342	0.00077	0.00218	0.00092	0.00225	0.001
Nº de individuos	503	1238	503	1238	503	1238
Nº de especies	23	24	30	40	32	40
Valores de $t_{0.05}$ tabulados		1.96		1.96		1.96
Valores de $t_{0.01}$ tabulados		2.57		2.57		2.57
Valores de $t$ calculados		11.176		5.205		5.624
Grados de libertad		740.85		949.017		970.79
$C_j$		68.00 %		55.60 %		51.00 %
$C_s$		81.00 %		71.40 %		67.60 %
$C_N$		54.60 %		40.70 %		40.70 %
$C_{MH}$		67.30 %		58.10 %		58.30 %

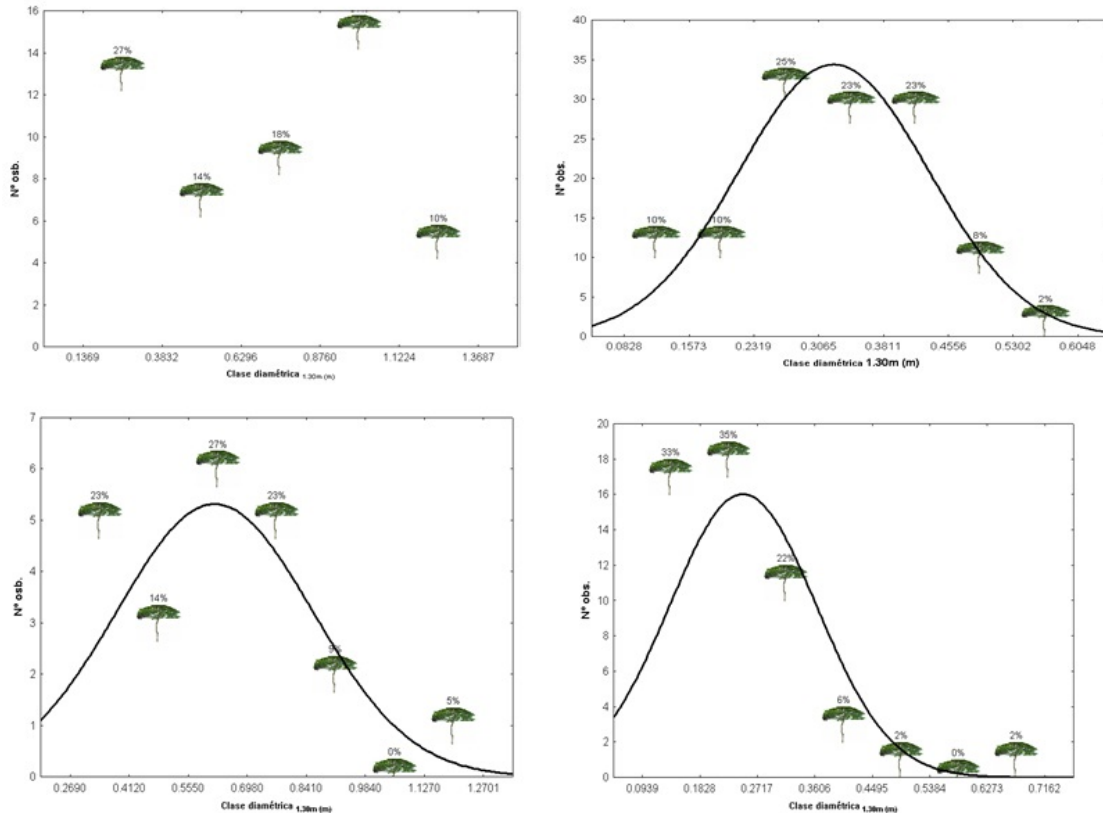
las parcelas de 30 años y *G. ulmifolia*, *Artocarpus altilis*, *G. seppium*, y *C. arborescens* en las de 50 años.

### Usos comunes de la comunidad arbórea en cacaotales de 30 y 50 años

La información de los diversos usos de la vegetación arbórea asociada a los cacaotales de 30 y 50 años de edad se presenta en la Tabla 4. Los resultados del análisis multidimensional sirvieron para generar un gráfico por especie donde las fracciones por color representan los 11 usos de plantas (Figuras

8 y 9).

Las parcelas de 30 años estuvieron integradas por 27 especies, para las que se identificaron 13 diferentes combinaciones de uso, de acuerdo con García (1983) y Ecocrop (2007), los usos predominantes fueron: frutales (Fr), integrado por 11 especies. A. altilis, Inga jinicuil, Cecropia obtusifolia, Mamea americana, M. indica, Citrus sinensis, Artocarpus altilis con semilla y sin semilla, Carica papaya, Theobroma bicolor, Musa sp. y Poute-



**Figura 5.** Histograma de clases diamétricas de especies estructuralmente importantes de parcelas de 30 años que se ajustan a los patrones poblaciones tipo 1 (b) y tipo 2 (c y d).

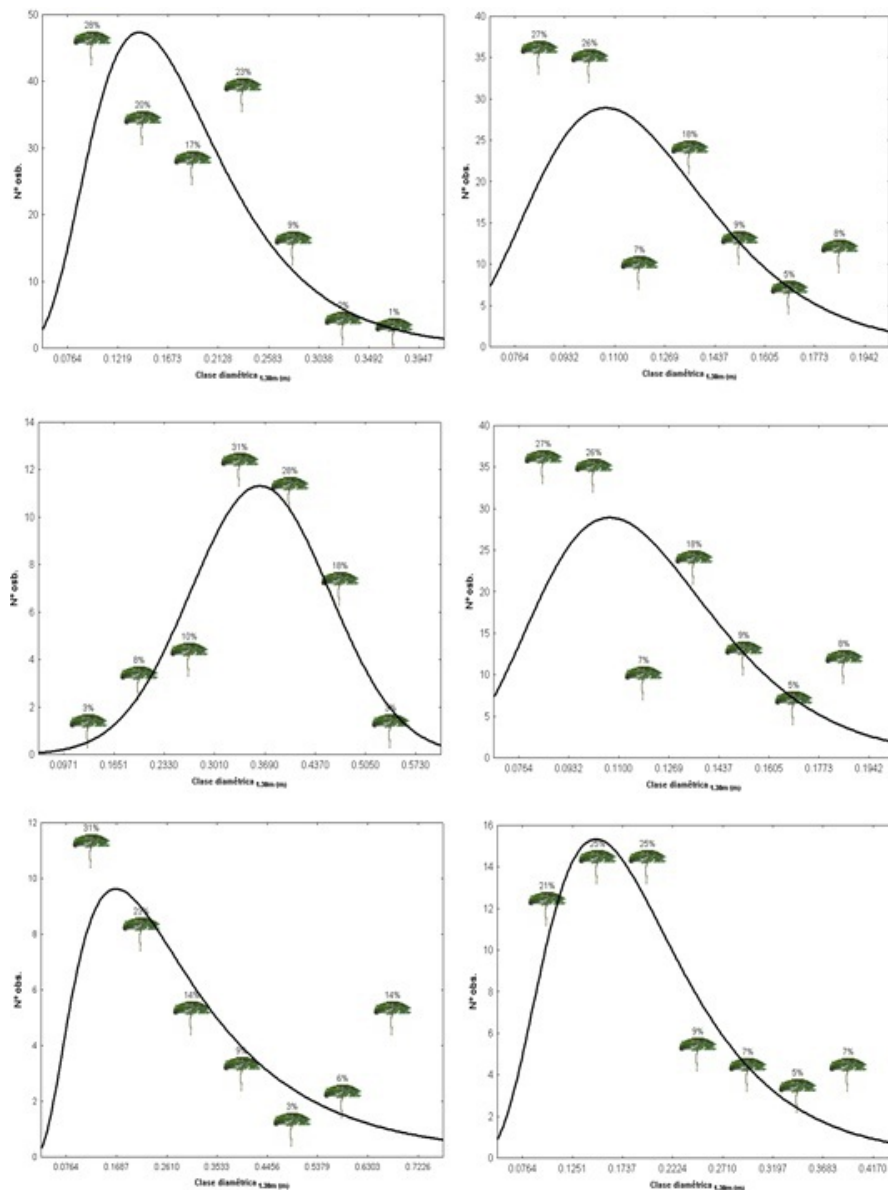
**Figure 5.** Histograma de clases diamétricas de especies estructuralmente importantes de parcelas de 30 años que se ajustan a los patrones poblaciones tipo 1 (c) y tipo 2 (a, b, d, e y f)

*ria sapota*; en segundo término se tuvo la combinación de sombra de cacao, leña (combustible), postes (cercos vivos), horcones (construcción) y elaboración de mangos para herramientas (*St-Lñ-Up-Oc-Umh*) que agrupó a las especies *D. robiniooides*, *G. seppium* y *C. arborescens* y, en tercer orden la combinación de sombra de cacao y leña (*St-Lñ*) integrado por las dos especies de *Erythrina*.

En las parcelas de 50 años se registraron 41 especies que presentan 17 combinaciones de uso, las más frecuentes fueron: Fr representadas por 17 especies: *P. americana*, *Annona reticulata*, *Chrysophyllum caimito*, *A. altilis*, *Persea schiedeana*, *I. jinicuil*, *Annona muricata*, *C. obtusifolia*, *M. indica*, *C. sinensis*, *C. papaya*, *T. bicolor*, *Pimenta dioica*,

*Musa sp*, *Tamarindus indica*, *Couepia poliandra* y *P. sapota*; el segundo agrupó a especies del uso múltiple *St-Lñ-Up-Oc-Umh*, encontrándose a *D. robiniooides*, *G. seppium* y *C. arborescens*, en tercer orden estuvo la categoría de sombra de cacao y leña (*St-Lñ*) integrado por las dos especies *Erythrina*.

Los resultados del análisis de la diversidad de Shannon para usos de las especies arbóreas asociadas a plantaciones agroforestales de cacao de 30 y 50 años, considerando sólo árboles con  $D_{ap1.30m} > 7.5$  cm (Tabla 5), mostraron un mayor valor en las de 50 años, la prueba de t ( $p < 0.01$ ) indica diferencia altamente significativa a favor de éstas, las que también mostraron mayor uniformidad, lo que implica un mayor equilibrio en cuanto a número de



**Figura 6.** Histograma de clases diamétricas de especies estructuralmente importantes de parcelas de 30 años que se ajustan a los patrones poblaciones tipo 1 (c) y tipo 2 (a, b, d, e y f).  
**Figure 6.** Histogram of diametrical classes of structurally important species in the 30 year old plots that fit in the population patterns type 1 (c) and type 2 (a, b, d, e and f)

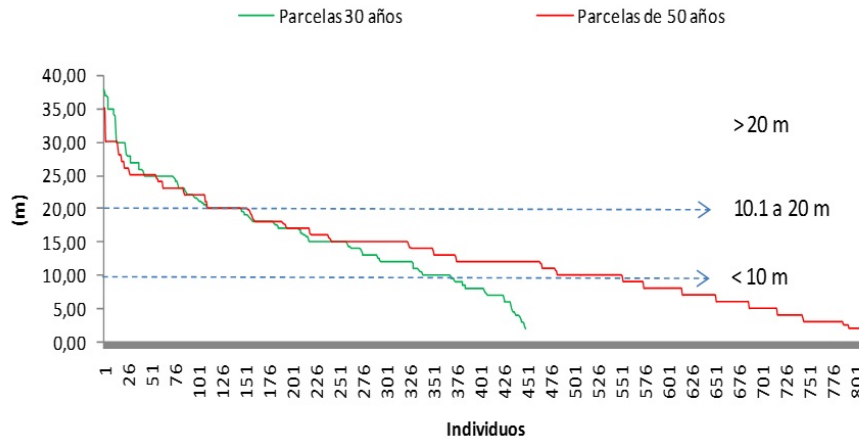
individuos por uso con respecto a las de 30 años. En las parcelas de 30 años el índice de valor de importancia (VIR) de uso (Tabla 6) estuvo mayormente representado (51 %) por los usos *St-Lñ-Up-Oc-UMh* y Fr; en las de 50 años los usos Fr y *St-Lñ-Up-Oc-UMh* correspondieron a 56 % de los individuos.

## DISCUSIÓN

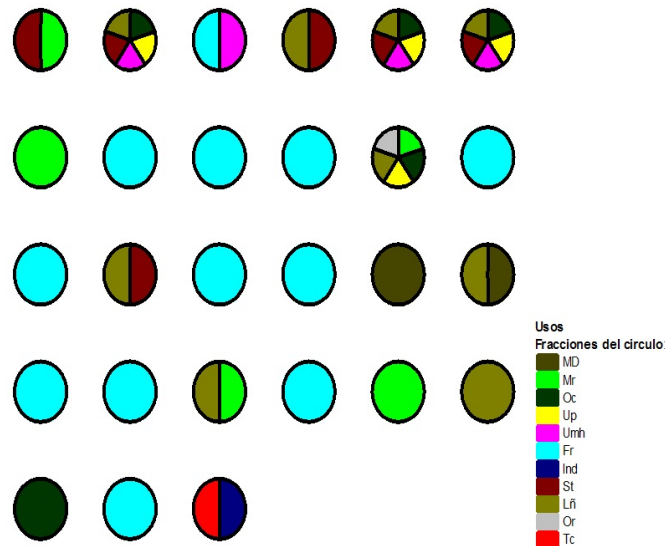
### Composición

El sistema agroforestal cacao constituye un importante centro de conservación de una gran diversidad de especies cuya utilidad va más allá de





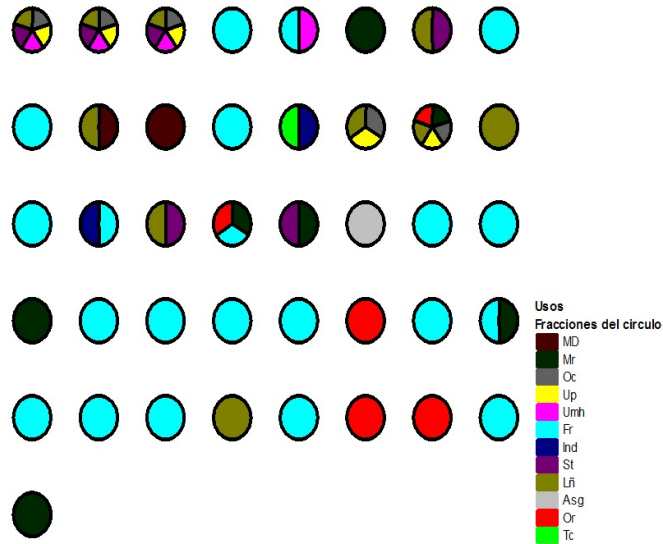
**Figura 7.** Alturas de los individuos mayores a  $Dap > 7.5$  cm, para las parcelas de 30 y 50 años.  
**Figure 7.** Heights of individuals over a  $Dbh > 7.5$  cm, for the 30 and 50 year old plots.



**Figura 8.** Análisis multidimensional de usos comunes de la comunidad vegetal arbórea que integra a parcelas de 30 años.  
**Figure 8.** Multidimensional analysis of the common uses given to the trees in the 30 year old plots.

proveer de sombra al cultivo o del aspecto forestal. En la presente investigación se registraron 1741 individuos en una superficie de seis hectáreas en el Ejido Miguel Hidalgo 2da Sección, los cuales fueron ubicados en 49 especies, 45 géneros y 25 familias botáni-

cas representativos de dichos agroecosistemas. Las familias mejor representadas fueron *Leguminosae* y *Rhamnaceae*, la importancia de la primera como la más diversificada en este agroecosistema ya ha sido



**Figura 9.** Análisis multidimensional de usos comunes de la comunidad vegetal arbórea que integra a parcela de 50 años.  
**Figure 9.** Multidimensional analysis of the common uses given to the trees in the 50 year old plots.

reportada en Comalcalco, Tabasco (Ramos 2001) y el Soconusco, Chiapas (Salgado - Mora *et al.* 2007), en tanto que para Costa Rica en América Central (Guiracocha 2000) y Bahías del Brasil en América del Sur la familia con mayor representatividad en estos ambientes fue Moraceae (Cassano *et al.* 2009; Rosa Sambuichi & Hari 2007) debido probablemente a la abundancia del género *Ficus* en dichos sistemas; también en África la familia Moraceae es la mejor representada en plantaciones de cacao (Hervé & Vidal 2008); en tanto que en Nigeria Oke & Odebiyi (2007) encontraron una mayor diversidad de la familia Arecaceae. No obstante, en cada una de las investigaciones mencionadas se confirma la importancia de la conservación del paisaje cacaotero como centro de conservación de germoplasma y sistemas de producción que al desaparecer, pondría en riesgo a numerosas especies, vegetales y animales, nativos, por lo que es necesario, hacer con tiempo los planteamientos necesarios para la gestión de la biodiversidad de estos agroecosistemas, tal como se ha hecho en los "cabruacas" (cacaotales) de Brasil

(Cassano *et al.* 2009, Rosa Sambuichi & Hari, 2007).

### Diversidad, uniformidad y similitud

La edad de las plantaciones o el tipo gestión (intensidad de uso) de los ambientes agroforestales de cacao son aspectos que, generalmente están relacionados negativamente con la biodiversidad, en esta investigación la comparación florística reveló que las plantaciones de cacao de mayor edad (50 años) presentan una mayor biodiversidad a nivel de especies según los resultados de los cálculos del índice de diversidad ( $H' = 2.89$ ) en relación a fincas más jóvenes ( $H' = 2.57$ ), dichos valores contrastan con los resultados de Ramos (2001) quien, en su estudio realizado en fincas de cacao de 15, 20 y 30 años consideró que el gradiente por edad de la flora, tendía a ser menor en número de especies en las plantaciones de mayor edad ( $H' = 1.24$ , 1.75 y 1.46, respectivamente), lo que tal vez se deba al historial de las plantaciones de cacao en los sitios estudiados, es decir, el uso del suelo antes del es-

**Tabla 2.** Atributos estructurales de la vegetación en parcelas de una hectárea en plantaciones agroforestales de cacao de 30 años de edad.

**Table 2.** Structural attributes of the vegetation in one hectare plots in 30 year old cocoa agroforestry plantations.

Nombre Científico	Da (ha)	Dr (%)	ABr (%)	Fr (%)	VIR (%)
<i>Samanea saman</i> Benth	49.0	10.9	40.7	5.4	19.0
<i>Diphysa robinoides</i>	126.0	28.0	19.5	5.4	17.6
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	22.0	4.9	12.8	5.4	7.7
<i>Erythrina</i> sp.	51.0	11.3	5.1	5.4	7.3
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill) Sarg.	53.0	11.8	3.1	5.4	6.8
<i>Gliricidia seppium</i>	23.0	5.1	4.3	5.4	4.9
<i>Cedrela odorata</i> L	23.0	5.1	1.8	5.4	4.1
<i>Musa</i> sp.	23.0	5.1	0.6	5.4	3.7
<i>Citrus sinensis</i>	16.0	3.6	1.2	5.4	3.4
<i>Mangifera indica</i> L.	15.0	3.3	4.3	1.8	3.2
<i>Tabebuia rosea</i> Bert. DC.	7.0	1.6	0.4	5.4	2.4
<i>Artocarpus altilis</i> (Parq.) Forsb.**	4.0	0.9	0.2	5.4	2.1
<i>Theobroma bicolor</i>	9.0	2.0	0.8	3.6	2.1
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	6.0	1.3	1.4	3.6	2.1
<i>Erythrina</i> sp.	3.0	0.7	1.8	3.6	2.0
<i>Inga jinicuil</i> Schl.	3.0	0.7	0.4	3.6	1.6
<i>Hampea nutricia</i> Fryxell	3.0	0.7	0.2	3.6	1.5
<i>Lippia myriocephala</i> S. ? C.	3.0	0.7	0.2	3.6	1.5
<i>Potueria sapota</i> (Jacq) H.E.M.E.S	2.0	0.4	0.3	3.6	1.4
<i>Artocarpus altilis</i> (Parq.) Forsb.	2.0	0.4	0.4	1.8	0.9
<i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke	1.0	0.2	0.1	1.8	0.7
<i>Mammea americana</i> L	1.0	0.2	0.1	1.8	0.7
<i>Swietenia macrophylla</i> Kina	1.0	0.2	0.1	1.8	0.7
<i>Heliocarpus donnell-smithii</i> Rose	1.0	0.2	0.1	1.8	0.7
<i>Guarea grandifolia</i> . DC.	1.0	0.2	0.0	1.8	0.7
<i>Carica papaya</i> L	1.0	0.2	0.0	1.8	0.7
<i>Attalea butyracea</i>	1.0	0.2	0.0	1.8	0.7
Σ	450.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Da (ha) = Densidad de individuos por hectárea; Dr (%) = Densidad relativa de individuos; ABr (%) = Área basal relativa; Fr (%) = Frecuencia relativa; VIR (%) = Índice de valor de importancia; - *Artocarpus altilis* (con semilla).

tablecimiento del cacao en las parcelas de menor edad o la tala de algunos árboles maderables de uso común en las más viejas.

Hervé & Vidal (2008) relacionan la biodiversidad vegetal con la estructura arbórea en fincas caoteras del Sur de Camerún, demostrando que el impacto sobre la diversidad vegetal en cinco tipos de sistemas aumenta con la intensidad del manejo y viceversa; de esta forma, a medida que se intensifica el manejo, la diversidad florística muestra una tendencia a disminuir, resultados que concuerdan con los obtenidos en nuestra investigación. En la región del Soconusco en el estado de Chiapas Salgado et al. (2007) reportan valores del H' que van desde 2.74

hasta 2.79, los cuales coinciden con los encontrados en este estudio. Guiracocha (2000) evaluó los beneficios y problemas que la biodiversidad presenta para los productores en tres sistemas diferentes encontrando una mayor diversidad en el bosque (H' = 2.56) que implica un mayor grado de conservación de especies, seguido del sistema agroforestal cacao (H' = 1.75) y banano (H' = 1.10); el valor de nuestro índice de diversidad fue superior, pero coincidimos con este autor respecto a que algunos árboles forestales como el samán pueden estar ocasionando daños al sistema, relacionados con el hecho de que sus ramas son muy quebradizas y, al desprenderse caen y dañan a las plantas de cacao.

**Tabla 3.** Atributos estructurales de la vegetación en 10,000 m<sup>2</sup> en plantaciones agroforestales de cacao de 50 años de edad.

**Table 3.** Structural attributes of the vegetation in 10,000 m<sup>2</sup> in 50 year old cocoa agroforestry plantations.

Nombre Científico	De (ha)	Dr (%)	ABr (%)	Fr (%)	VIR (%)
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill) Sarg.	163	20.0	12.6	3.7	12.1
<i>Musa</i> sp.	130	16.0	4.1	3.7	79.0
<i>Gliricidia seppium</i>	47	5.8	10.8	3.7	6.7
<i>Diphysa robinoides</i>	39	4.8	11.2	3.7	6.6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	35	4.3	9.9	2.5	5.6
<i>Cedrela odorata</i> L.	56	6.9	5.3	2.5	4.9
<i>Erythrina</i> sp.	44	5.4	4.0	3.7	4.4
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	34	4.2	3.9	3.7	3.9
<i>Lippia myriocephala</i> S. ? C.	38	4.7	3.3	3.7	3.9
<i>Persea americana</i> Mill	21	2.6	4.6	3.7	3.6
<i>Hampea nutricia</i> Fryxell	38	4.7	1.7	3.7	3.4
<i>Mangifera indica</i> L.	14	1.7	4.5	2.5	2.9
<i>Atthalea butyraceae</i>	15	1.8	2.9	3.7	2.8
<i>Tabebuia rosea</i> Bert. DC.	16	2.0	0.9	3.7	2.2
<i>Bursera simaruba</i> L. Sarg.	9	1.1	2.9	2.5	2.2
<i>Cocos nucifera</i> L.	16	2.0	1.6	2.5	2.0
<i>Heliocarpus donell-smithii</i> Rose	9	1.1	1.0	3.7	1.9
<i>Annona reticulata</i> L.	6	0.7	1.2	3.7	1.9
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	14	1.7	1.1	2.5	1.8
<i>Erythrina</i> sp.	5	0.6	0.6	3.7	1.6
<i>Samanea saman</i> Benth	4	0.5	1.5	2.5	1.5
<i>Ceiba pentandra</i> L. (Gaertn)	6	0.7	0.8	2.5	1.3
<i>Pimenta dioica</i> (L) Merril	5	0.6	0.7	2.5	1.2
<i>Swietenia macrophylla</i> Kina	4	0.5	0.5	2.5	1.1
<i>Inga jinicuil</i> Schl.	3	0.4	0.5	2.5	1.1
<i>Theobroma bicolor</i>	2	0.2	0.4	2.5	1.0
<i>Artocarpus altilis</i> (Parq.) Forsb. *	2	0.2	1.5	1.2	1.0
<i>Citrus sinensis</i>	8	1.0	0.6	1.2	0.9
<i>Tamarindus indica</i> L.	2	0.2	1.2	1.2	0.9
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	6	0.7	0.5	1.2	0.8
<i>Persea schiedeana</i> Ness	5	0.6	0.4	1.2	0.7
<i>Annona muricata</i> L.	5	0.6	0.4	1.2	0.7
<i>Chrysophyllum caimito</i> L.	1	0.1	0.8	1.2	0.7
<i>Manilkara zapota</i> L. Y. Royen	1	0.1	0.7	1.2	0.7
<i>Potueria sapota</i> (Jacq) H.E.M.E.S	2	0.2	0.3	1.2	0.6
<i>Couepia polyandra</i> (H.B. K.) Rose	3	0.4	0.2	1.2	0.6
<i>Cordia stellifera</i> I. M. Johnstons	1	0.1	0.4	1.2	0.6
<i>Carica papaya</i> L.	2	0.2	0.0	1.2	0.5
<i>Spathodea campanulata</i> Beauvois	1	0.1	0.1	1.2	0.5
<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) Cook	1	0.1	0.1	1.2	0.5
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	1	0.1	0.1	1.2	0.5
Σ	814	100.0	100.0	100.0	100.0

Da(ha).- Densidad de individuos por hectárea; Dr (%).- Densidad relativa de individuos; ABr (%).- Área basal relativa; Fr (%).- Frecuencia relativa; VIR (%); Índice de valor de importancia; - \* *Artocarpus altilis* (con semilla).

**Tabla 4.** Lista de usos la vegetación arbórea coexistente en la parcelas de estudio.

**Table 4.** List of uses given to the trees that coexist in the study plots.

Acrónimo	Usos
MD	Medicinal
Mr	Madera aserrada
. Oc	Horcones para casas
Up	Postes para cercas
Umh	Elaboración de mangos para herramientas
Fr	Frutal
Ind	Industrial
St	Sombra típica del cacao
Lñ	Combustible Leña
Asg	Árboles de sombra para la ganadería
Or	Ornamental
Fo	Forraje
Tc	Construcción de techos p/casas rurales

**Tabla 5.** Análisis de la diversidad de usos de especies arbóreas por edad 30 y 50 años en plantaciones agroforestales de cacao, para este análisis solo se consideró árboles con un  $D_{ap1.30m} > 7.5$  cm.

**Table 5.** Analysis of the diversity of uses of tree species by age 30 to 50 years in cocoa agroforestry plantations, for this analysis to consider only trees with a  $D_{ap1.30m} > 7.5$  cm.

Parámetros	Usos	
	30	50
H'	1.66	2.03
E	0.65	0.72
Var H'	0.00219	0.00155
Nº de individuos	450	814
Usos	13	17
Valores de $t_{0.05}$ tabulados		1.96
Valores de $t_{0.01}$ tabulados		2.56
Valores de t calculados		6.066
Grados de libertad	1028710	

Los valores de similitud muestran una clara tendencia de acercamiento de las dos edades estudiadas en lo que respecta a la composición botánica cuando se analiza a nivel de familias, no obstante, se va notando diferencia cuando se trata de géneros y se acentúa a nivel de especie, de acuerdo con los índices cualitativos de Sonrenson y Jaccard. Estas medidas de similitud ya han sido reportadas en otros ambientes agroforestales de cacao por Hervé & Vidal (2008) y Zapfack et al. (2002) en Camerún, quienes indican que el tipo de gestión es un factor que determina un menor porcentaje de similitud,

situación inherente a cada región cacaotera. En la zona de estudio las prácticas productivas en el agroecosistema cacao dependen de su cercanía a los huertos familiares, sobre todo en los de mayor edad porque los integrantes de la familia introducen nuevas especies de plantas, tanto nativas como exóticas, que les proveen de frutas y madera, principalmente, lo que contrasta con las más jóvenes, las cuales están dominadas por dos leguminosas *Samanea saman* y *Diphysa robinoides*, introducidas como sombra debido a que fueron proporcionadas, mediante un apoyo estatal, por la Comisión Nacional del Cacao (CONADECA). En las parcelas más longevas, la mayoría de las especies que integran la diversidad florística han sido producto de regeneración natural y resiembra que el mismo productor realiza, sin duda alguna, la dispersión de semillas por aves, mamíferos y reptiles que transitan en el ecosistema ha desempeñado un papel trascendente.

### Estructura

Al analizar la estructura de las plantaciones, se observó que las de 30 años presentaron una mayor área basal que las de 50, lo que se debe principalmente a una mayor densidad de árboles de *Samanea saman* y *Diphysa robinoides* que fueron introducidos durante la década de los 80's, el primero de ellos presenta una distribución de su área basal variable, en tanto que la segunda la distribución es normal, con dominancia en las clases diamétricas intermedias; no siendo éste el caso de las plantaciones de 50 años, donde cuatro de sus principales especies mantienen una mayor proporción dentro de sus primeras clases diamétricas, lo que representa una mayor regeneración natural.

### Usos

Los sistemas agroforestales cacaoteros distribuidos en las diferentes regiones del mundo ofrecen protección a una variada flora que los productores han incorporado para su beneficio, es importante indicar la necesidad de apoyar las estrategias de conservación de los recursos bióticos nativos que en ellos se practican ya que en la mayor parte de los casos, como lo plantean Schroth & Harvey (2007),

**Tabla 6.** Usos de la vegetación arbórea é índice de valor de importancia en las plantaciones de 30 y 50 años plantaciones agroforestales de cacao.

**Table 6.** Uses of tree canopy and index of importance value in the plantations of 30 and 50 years of cacao agroforestry plantations.

Núm	Usos	IVI 30años (%)	Usos	IVI 50años (%)
1	<i>St-Lñ-Up-Oc-UMh</i>	29.3	Fr	30.43
2	<i>Fr</i>	21.82	St-Lñ-Up-Oc-UMh	25.42
3	<i>St-Mr</i>	18.99	Mr	6.5
4	<i>St-Lñ</i>	9.28	St-Lñ	5.99
5	<i>Fr-UMh</i>	7.67	Fr-UMh	5.57
6	<i>Mr</i>	4.78	Lñ-MD	3.9
7	<i>Mr-Lñ-Up-Oc-Or</i>	2.44	MD	3.37
8	<i>MD</i>	1.49	Tc-Ind	2.82
9	<i>Lñ-MD</i>	1.47	Lñ	2.53
10	<i>Mr-Lñ</i>	0.71	Mr-Lñ-Up-Oc-Or	2.18
11	<i>Lñ</i>	0.69	Lñ-Up-Oc	2.16
12	<i>Oc</i>	0.68	Fr-Ind	2.02
13	<i>Tc-Ind</i>	0.67	Or	1.82
14			Fr-Fo-Mr	1.77
15			St-Mr	1.5
16			ASg	1.35
17			Fr-Mr	0.68

los sistemas agroforestales de cacao son ambientes que han sido sometidos a procesos que reducen su valor como hábitat, entre estos procesos destaca la sustitución de árboles nativos por otros cultivados, a menudo incluyendo especies exóticas que, afortunadamente, no es el caso de las plantaciones cacaoteras abordadas. Por otra parte, en nuestra investigación se detecta diferencia estadística altamente significativa  $p < 0.01$  entre las parcelas de las dos edades estudiadas, siendo las de mayor edad las más diversas en cuanto a usos, donde las combinaciones de usos más sobresalientes fueron FR y Lñ-Up-Oc-UM, observándose un comportamiento inverso en las parcelas de 30 años, *Lñ-Up-Oc-UMh* y FR, lo que puede estar relacionado con la cercanía de las plantaciones a los solares o huertos familiares de los productores, resultados similares son reportados por Hervé & Vidal (2008), quienes indican que existe una tendencia al incremento en la diversidad de plantas, y consecuentemente en usos en las plantación cercanas a los huertos familiares. Finalmente podemos indicar que en las parcelas de cacao

las familias de plantas con usos reportados mejor representadas en las parcelas de 30 años fueron *Leguminosae* (52 %) y *Rhamnaceae* (12 %); en las de 50 fueron *Leguminosae* (19 %) y *Musaceae* (18 %). Las parcelas de 50 años presentan mayor diversidad florística respecto a las parcelas de 30 años. Tanto las parcelas de 30 como las de 50 años presentaron similitud a nivel de familia, observándose una tendencia a la disimilitud conforme se avanza a género y especie. En las parcelas de 30 años se observó una mayor área basal en comparación con las parcelas de 50 debido, principalmente, a la presencia de individuos de *Samanea saman* que llegan a tener un área basal promedio de  $7.98 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ .

Las principales combinaciones de usos observados en las parcelas de estudio fueron: *Lñ-Up-Oc-UMh* seguido de Fr para las plantaciones de 30 años y de Fr seguido de *Lñ-Up-Oc-UMh* para las plantaciones de 50. Existe mayor diversidad de usos en las parcelas de 50 años con respecto a las de 30 años.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo (2003) StatSoft Inc STATISTICA (data analysis software system) version 6. www.statsoft.com.
- Anónimo (2007). Excel. México, Tabasco, México.
- Anónimo (2013) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. www.siap.gob.mx. Consultado 09-09-2013
- Anónimo (2007) Ecocrop. FAO. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/about>. Consultado 12-10-2007
- Arellano RJA, Flores GJS, Tun GJ, Cruz BMM. 2003 Nomenclatura y forma de vida uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. Edit. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México 807 pp.
- Bautista ZF (2004) Técnicas de muestreo para manejadores. México 507 pp
- Bhagwat SA, J Willis K, B Birks JJ, Whittaker RJ (2008) Agroforestry: a refuge for tropical. Trends in Ecology and Evolution 23(5): 261-7.
- Cassano CR, Schroth G, Faria D, Delabie JH, Bede L (2009) Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. Biodiversity and Conservation 18(3): 577-603.
- Cecilia I A, Arriaga WS, Estrada MA. (2001) Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia 17(34): 101-112.
- Clough Y, Dwi Putra D, Ramadhani I (2009) Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. Biological Conservation 142 (5): 1032-1041.
- Cox WG (1981) Laboratory manual of general ecology. William C. Brown Co. Publishers. Iowa, USA. 230 pp.
- Dahlquist RM, Whelan MP, Winowiecki L, Polidoro B, Candela S, Harvey CA (2007) Incorporating livelihoods in biodiversity conservation: a case study of cacao agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. Biodiversity and Conservation 16 (8): 2311-2333.
- De la Cruz A (2005) Diversidad y distribución de arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en el agroecosistema cacao. H. Cárdenas, Tabasco, Tabasco, México: Colegio de Postgraduados 55 pp
- García LJL (1983) Los árboles utilizados como sombra de cacao (Theobroma cacao L) en Comalcalco, Tabasco. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo. 76pp
- Greenberg R, Bichier P, Cruz A (2000) The conservation value for birds of cacao plantations with diverse planted shade in Tabasco, Mexico. Animal Conservation 3 (2): 105-112.
- Guiracocha FG. (2000) Conservación de la biodiversidad en los sistemas agroforestales cacaoteros y bananeros de Talamanca, Costa Rica. Costa Rica, Turrialba: CATIE.
- Hervé BD, Vidal S (2008) Plant biodiversity and vegetation structure in traditional cocoa forest gardens in southern Cameroon under different. Biodiversity and Conservation 17 (8), 1821-1835.
- Lot A, F Chiang (1986) Manual de Herbario. 1a ed. Consejo Nacional de la Flora de México. A. C. México 142 pp
- Magurran EA (1988) Diversidad ecológica y su medición (1 ed.). (A. M. Cirer, Trad.) Barcelona, España: Veda 200 pp
- Méndez VE, Gliessman SR, Gilbert GS (2007) Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee landscape in western El Salvador. Environment 119 (1-2): 145-159.
- Motamayor JC, Risterucci A, Lopez P, Ortiz C, Moreno A, Lanaud C (2002) Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Nature. 89 (5): 380-386.
- Nuñez-Bojorquez R (1982) Diversidad y dominancia de explotación de un alimento proteico por las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L). H. Cárdenas, Tabasco, Tabasco, México: Colegio Superior de Agricultura Tropical (CSAT).
- Oke D, Odebiyi K (2007) Traditional cocoa-based agroforestry and forest species conservation in Ondo State, Nigeria. Agriculture, Ecosystems and Environment (122): 305-311.
- Pérez De C M (2008) Diversidad y abundancia de escolitidos (Coleoptera: scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. Montecillo, Texcoco, Edo. México: Colegio de Postgraduados 72 pp

- Ramos-RR (2001) Análisis Sustentable de los suelos con plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L) en Tabasco México aplicando sistemas de Información Geográfica. Montecillo, Edo. México: Colegio de Postgraduados 146 pp
- Rolim GS, Chiarello AG (2004) Slow death of Atlantic forest trees in cocoa agroforestry in southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*. 13 (14): 2679-2694.
- Rosa-Sambuichi RH, Hari M (2007) Recovery of species richness and conservation of native Atlantic forest trees in the cacao plantations of southern Bahia. *Biodiversity and Conservation* 16 (13), 3681-3701.
- Salgado GS, Palma LD, Lagunes ELD, Ortiz GCF, Ascencio RJM (2005) Bases para generar un programa sustentable de fertilización en un ingenio de Tabasco, México 30 (7): 395-403.
- Salgado-Mora MG, Ibarra Núñez G, Macías SJE (2007) Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia* 32 (11): 763-768.
- Schroth G, Harvey CA (2007) Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview. *Biodiversity and Conservation* 16 (8): 2237-2244 .
- Woldemariam GT, Borsch TDM, Teketay D (2008) Floristic composition and environmental factors characterizing coffee forests in southwest Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 255: 2138-2150.
- Zapfack L, Engwald SS, B Achoundong G, A Madong B (2002) The impact of land conversion on plant biodiversity in the forest zone of Cameroon. *Biodiversity and Conservation* 11 (11): 2047-2061.