



Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en  
cacaotales de diferente estructura y composición florística,  
Talamanca, Costa Rica.

**JOSÉ PEDRO SUATUNCE C.**

---

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION  
ESCUELA DE POSGRADUADOS



DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS ESTIERCOLEROS EN BÓSQUES Y EN  
CACAOTALES DE DIFERENTE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORISTICA,  
TALAMANCA, COSTA RICA.

Por

José Pedro Suatunce C. ✓

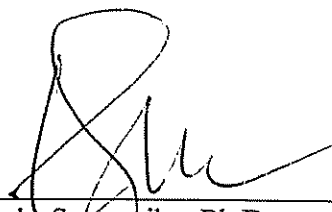
Turrialba, Costa Rica

2002

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobado por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de

*MAGISTER SCIENTAE*

FIRMANTES



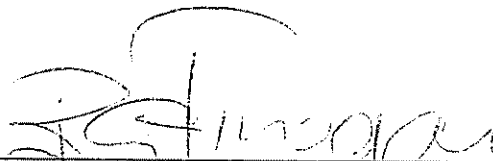
---

Eduardo Somanriba, Ph D.  
**Consejero Principal**



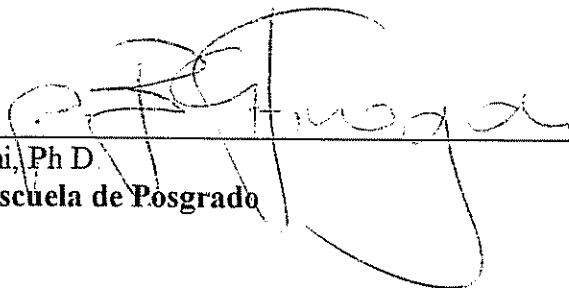
---

Celia Harvey, Ph D  
**Miembro del Comité Consejero**



---

Bryan Finegan, Ph D  
**Miembro del Comité Consejero**



---

Ali Moslemi, Ph D.  
**Director Escuela de Posgrado**



---

Pedro Suátunce  
**Candidato**

## DEDICATORIA

A la memoria de mi madre  
A mi padre y mis hermanos

## AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al CATIE por su apoyo económico y acogida en su Escuela de Posgrado

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ, Ecuador) por su respaldo y ayuda económica.

A la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA), por las facilidades brindadas durante la fase de campo; ADITIBRI y ADITICA, por permitir realizar este trabajo en los territorios indígenas.

A Eduardo Somarriba, Profesor Consejero, por su dirección y apoyo en este trabajo

A Celia Harvey, Miembro del Comité Asesor, por su valioso aporte y benevolencia

A Bryan Finegan, Miembro del Comité Asesor, por su importante aporte a esta investigación.

A Jorge González Biólogo del Proyecto Cacao Orgánico y Conservación de la Biodiversidad, por su apoyo incondicional en los trabajos de campo

Marilyn Villalobos, Coordinadora de Campo del Proyecto Cacao Orgánico y Conservación de la Biodiversidad, por las facilidades brindadas y por su amistad.

A Juan Carlos Barrantes, Director de Producción de APPTA, por su apoyo logístico durante la fase de campo

A Javier Méndez, Asistente de Campo de APPTA, por su ayuda incondicional durante la realización del trabajo de campo.

A Heliodoro López, Odilio Reyes, Tomas Morales y Jonás Oniel, por su colaboración como guías de campo y compañeros de trabajo en el campo

A los finqueros de las comunidades Bribri y Cabécar, por su colaboración en los trabajos de campo.

A Oscar Valverde, Técnico del Corredor Biológico, por su ayuda en la identificación de especies vegetales.

A Angel Solis, Taxónomo del INBIO, por su valiosa tarea de identificación de escarabajos.

A mis amigos y amigas del CATIE: Ricardo Limongi, James Quiroz, Hector Avila, Arlen Córdoba, Patricia Talavera y Katuska Andrew, por su apoyo moral y aprecio.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Estructura y biodiversidad en los sistemas agroforestales	4
2.2 Manejo de sombra y biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao	5
2.3 Sistemas agroforestales con cacao y conservación de la biodiversidad	7
2.4 Los escarabajos estiercoleros	9
2.5 Bibliografía citada	11
3. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DE BOSQUES Y CACAOTALES EN LA RESERVA INDÍGENA DE TALAMANCA, COSTA RICA	24
3.1. Introducción	24
3.2. Materiales y Métodos	26
3.2.1. Localización del proyecto	26
3.2.2. Metodología	27
3.2.3. Muestreo de la vegetación	28
3.2.4. Análisis de la vegetación	31
3.3. Resultados	32
3.3.1. Composición florística	32
3.3.2. Estructura horizontal	40
3.3.2.1. Índice de Valor de Importancia	40
3.3.2.2. Distribución diamétrica, área basal y número de árboles por hectárea	41
3.3.3. Estructura Vertical	42
3.3.4. Cacao, Banano y Frutales	42
3.3.5. Preferencias de hábitat y usos de las especies	43
3.3.6. Regeneración natural	45

Página

3.4. Discusión	46
3.5. Conclusiones y Recomendaciones	48
3.6. Bibliografía Citada	49
4. DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS ESTIERCOLEROS EN EL BOSQUES Y VARIOS TIPOS DE CACAOTALES CON DIFERENTE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN TALAMANCA, COSTA RICA	55
4.1. Introducción	55
4.2. Materiales y Métodos	56
4.2.1. Localización del proyecto	56
4.2.2. Metodología	57
4.2.3. Muestreo de escarabajos	58
4.2.4. Análisis de datos	61
4.3. Resultados	62
4.3.1. diversidad de escarabajos	62
4.3.2. Efectos de la vegetación sobre la riqueza y abundancia de escarabajos	69
4.3. Discusión	70
4.5. Conclusiones y Recomendaciones	72
4.6. Bibliografía Citada	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
ANEXOS	86

Suatunce, P. 2002. **Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en cacaotales de diferente estructura y composición florística, Talamanca, Costa Rica.** Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

## RESUMEN

“ Se realizó un estudio sobre la riqueza de especies y abundancia de escarabajos estiercoleros (Scarabaeidae) en bosques primarios de baja alteración y cuatro tipologías de cacaotales (cacao multi-estratificado, cacao con especies arbóreas y frutales, cacao especies arbóreas y musaceas y cacao con estrato simple), en la reserva indígena de Talamanca, en la zona atlántica de Costa Rica. El muestreo de la vegetación fue realizado utilizando siete parcelas temporales (20 x 50 m) en cada uno de los cinco hábitats, con la finalidad de evaluar la estructura y composición florística, y determinar la influencia sobre la diversidad de escarabajos del estiércol. En cada parcela se midió e identificó todos los individuos con diámetro a la altura de pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm. Además se registró la regeneración natural en cada parcela. ”

Se registró un total de 185 especies de plantas en los cinco hábitats; Se encontró una mayor cantidad de especies en el bosque que en los cacaotales: 149 especies de plantas se registraron en el bosque, 38 en cacao multi-estratificado, 27 en cacao con especies arbóreas y frutales, 17 en cacao con especies arbóreas y musaceas, dos especies en el cacao con estrato simple. La familia Fabaceae/Mimosoideae estuvo presente en los cinco hábitats y fue la familia con el mayor número de especies; Lauraceae y Moraceae fueron encontradas en los cuatro tipos de cacaotales. Las especies dominantes en el bosque fue *Pentaclethra maculosa* e *Iriarteia deltoidea*. *Cordia alliodora* fue la especie más importante en los cacaotales. Se presentaron diferencias en la riqueza de especies ( $F_{4,30} = 151.21$ ;  $P = 0.0001$ ) y número de individuos ( $F_{4,30} = 28.66$ ;  $P = 0.0001$ ) entre los hábitats. El bosque obtuvo los promedios más altos en riqueza de especies y número de individuos. Entre los cacaotales el promedio más bajo en riqueza de especies fue para el cacao con estrato simple.



Según el índice de Shannon, el bosque fue más diverso ( $H = 3.1$ ) que los cacaotales. El Cacao con estrato simple fue la menos diversa entre las tipologías de cacaotales ( $H = 0.12$ ). A excepción del cacao con estrato simple, la mayor cantidad de individuos se encontraron en la categoría diamétrica 10-20 cm. El diámetro promedio registrado en el cacao multi-estratificado fue superior al encontrado en el cacao con especies arbóreas y musaceas. El mayor área basal se registró en el bosque. Se encontró una mayor cantidad de individuos con alturas entre 10-20 m en el bosque y tres tipologías de cacaotales (cacao multi-estratificado, cacao con especies arbóreas y frutales, y cacao con especies arbóreas y musaceas). En las parcelas de regeneración natural se registraron un total de 100 especies de plantas: 86 especies en el bosque, 12 en cacao multi-estratificado, cuatro en cacao en especies arbóreas y frutales, cinco en cacao con especies arbóreas y musaceas; pero no se encontró regeneración natural en el cacao con estrato simple.

Se capturaron un total de 36 especies de escarabajos estiercoleros: 27 fueron colectados en el bosque, 29 en el cacao multi-estratificado, 19 en cacao con especies arbóreas y frutales, 27 en cacao con especies arbóreas musaceas y 27 en cacao con estrato simple. Las especies más abundantes fueron: *Onthophagus acuminatus* (1723 individuos), *Canthon aequinoctialis* (1663), *Canthon meridionalis* (755) and *Canthon moniliatus* (608). Entre las especies raras fueron: *Canthidium centrale*, *Canthidium vespertinum*, *Onthophagus marginicollis* y *Pedaridium pilosum* (4 individuos cada uno), y *Canthon hartmanni* (1). Se presentaron diferencias entre los hábitats para la variable riqueza de especies de escarabajos ( $F_{4,20} = 4.52$ ;  $P = 0.0092$ ), pero no para la abundancia ( $F_{4,20} = 1.21$ ;  $P = 0.3362$ ). No se presentó diferencias entre el bosque y cacaotales ni entre los cacaotales para el índice de diversidad de Shannon.

El número de especies de plantas fue la única variable de vegetación que tuvo efecto sobre la riqueza de especies de escarabajos ( $r^2 = 0.468$ ;  $P = 0.088$ ), pero no para la abundancia ( $r^2 = 0.2427$ ;  $P = 0.6136$ ). Los resultados de este trabajo sugieren que los cacaotales de Talamanca pueden albergar una diversidad de escarabajos estiercoleros comparables a los bosques que rodean estas fincas.

Suatunce, P. 2002. Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en cacaotales de diferente estructura y composición florística, Talamanca, Costa Rica. Mag. Sc. Thesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica

### SUMMARY

" A study on dung beetles (Scarabaeidae) species richness and abundance in low disturbed forests and four different types of cocoa agroforestry systems (multi-strata cocoa plantation, cocoa plantation with wood and fruit trees, cocoa plantation with wood trees and musaceas and simple strata cocoa plantation) was done in the Talamanca indigenous reserve, atlantic zone, Costa Rica. Vegetation sampling was carried out using seven temporary plots (20 x 50 m), in each habitat, in order to evaluate the forest structure and floristic composition and determine its influence on dung beetles diversity. In each vegetation plots, all individuals with a diameter at breast height (dbh) of 10 cm or greater were measured and identified, and the natural regeneration was recorded. Dung beetles were sampled using 25 pig dung-baited pitfall traps (five transect with five traps), in each vegetation plots "

A total of 185 plant species were found in all the five habitats; more vegetation species were found in the forest than cocoa agroforestry systems: 149 plant species were recorded in the forest, 38 species in the multi-strata cocoa plantation, 27 species in the cocoa plantation with wood and fruit trees, 17 species in the cocoa plantation with wood trees and musaceas, and two species in the simple strata cocoa plantation. The Fabaceae/Mimosoideae family was present in the five habitats and had higher number of species; Lauraceae and Moraceae were found in the four types of cocoa agroforestry systems. Dominant species in the forest were *Pentaclethra macroloba* and *Iriartea deltoidea*. *Cordia alliodora* was the more important specie in the cocoa agroforestry systems. There were differences between habitat in species richness ( $F_{4, 30} = 151.21$ ;  $P = 0.0001$ ) and in number of individuals ( $F_{4, 30} = 28.66$ ;  $P = 0.0001$ ). Forest presented higher average of species richness and number of individuals. Between cocoa plantation, simple strata cocoa plantation presented the lower average in species richness.

The forest was more diverse than agroforestry systems, according to the diversity Shannon index ( $H = 3.1$ ). Simple strata cocoa plantation was the less diverse between cocoa agroforestry systems ( $H = 0.12$ ). With the exception of the simple strata cocoa plantation, most of individuals were found in the 10–20 cm diameter category. Diameter average was higher in the multi strata cocoa plantation than cocoa plantation with wood tree and musaceae. The higher basal area was registered in the forest. Most individuals with high 10 to 20 m were recorded in the forest and three cocoa agroforestry systems. A total of 100 plant species were recorded in the natural regeneration plots: 86 species in forest, 12 species in the multi-strata cocoa plantation, four in the cocoa plantation with wood and fruit trees, five in the cocoa plantation with wood trees and musaceae, and there were no regeneration in the simple strata cocoa plantation.

A total of 36 dung beetle species were collected: 27 species were collected in the forest, 29 species in the multi-strata cocoa plantation, 28 species in the cocoa plantation with wood and fruit trees, 19 species in the cocoa plantation with wood trees and musaceae, and 27 species in the simple strata cocoa plantation. The most abundant species were *Onthophagus acuminatus* (1723 individuals), *Canthon aequinoctialis* (1663), *Canthon meridionalis* (755) and *Canthon moniliatus* (608). The rare species were *Canthidium centrale*, *Canthidium vespertinum*, *Onthophagus marginicollis* and *Pedariidum pilosum* (4 individuals for each one), and *Canthon hartmanni* (1). There were differences between habitats in the dung beetle species richness ( $F_{4,20} = 4.52$ ;  $P = 0.0092$ ), but not for the abundance ( $F_{4,20} = 1.21$ ;  $P = 0.3362$ ). There were no significant differences between the forest and cocoa agroforestry system nor between cocoa agroforestry systems type for the diversity Shannon index.

The number of plant species was the only variable of vegetation that had effect on the dung beetle species richness ( $r^2 = 0.468$ ;  $P = 0.088$ ), but not on the abundance ( $r^2 = 0.2427$ ;  $P = 0.6136$ ). This result suggests that the cocoa agroforestry systems in Talamanca could harbor comparable dung beetle diversity with surrounding forests.

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Número de familias, géneros, especies e individuos (DAP $\geq$ 10 cm) por hábitat	32
Cuadro 2. Promedios y desviación estándar del número de familias, géneros, especies y total de individuos (DAP $\geq$ 10 cm); índices de diversidad y equitabilidad	34
Cuadro 3. Índice de similitud de Sørensen entre el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica	37
Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies más abundantes (DAP $\geq$ 10 cm) en el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca	40
Cuadro 5. Número de individuos por clase diamétrica y total por hectárea, DAP máximo y promedio (cm), y área basal promedio (m <sup>2</sup> /ha) en el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca	41
Cuadro 6. Número de individuos por hectárea por clase de altura, altura mínima, máxima y promedios en el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca	42
Cuadro 7. Número total de individuos de especies frutales registrados en bosque y cacaotales de Talamanca, Costa Rica	43
Cuadro 8. Promedios del número de especies e individuos (DAP $\geq$ 10 cm) por preferencias de hábitat y clase de fruto que producen	44
Cuadro 9. Número de familias, géneros, especies e individuos en parcelas de 20 x 5 m (D $\geq$ 3 – 10< cm) y 5x2 m (D<3 cm) para cacaotales y bosque	45
Cuadro 10. Número de géneros, especies e individuos total de escarabajos por hábitat	63
Cuadro 11. Promedios y desviación estándar de géneros, especies e individuos, diversidad, equitabilidad de Shannon y dominancia de Berger-Parker	63
Cuadro 12. Composición de especies según el índice de Similitud de Sørensen (C <sub>s</sub> ) para el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca	66
Cuadro 13. Intercepto, pendiente y probabilidades de las variables de estructura y composición florística del bosque y varios tipos de cacaotales para explicar la variación de la riqueza y abundancia de escarabajos	69
	XI

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mapa de localización de la zona de estudio	29
Figura 2 Mapa de ubicación de las fincas muestreadas	30
Figura 3 Promedios y desviación estándar del número de familias, géneros, especies e individuos por hábitat.	35
Figura 4 Distribución rango-abundancia de las especies de plantas	36
Figura 5 Número de especies compartidas entre el bosque y varios tipos de cacaotales	38
Figura 6 Curvas de acumulación de especies observadas y ajustadas para intervalos de muestreo de 0.1 ha en bosques y cacaotales de Talamanca	39
Figura 7 Distribución de trampas para el muestreo de escarabajos, proceso de colocación del estiércol sobre la malla y trampa con techo	60
Figura 8 Promedios y desviación estándar del número de géneros, especies e individuos de escarabajos	64
Figura 9 Distribución rango-abundancia de las especies de escarabajos registradas en el bosque y varios tipos de cacaotales	65
Figura 10 Número de especies de escarabajos compartidas entre el bosque y varios tipos de cacaotales	67
Figura 11 Curvas de acumulación de especies de escarabajos (a) observados (b) curvas ajustadas en bosques y cacaotales	68

## 1. INTRODUCCION

La pérdida de la diversidad biológica es una crisis ecológica de carácter mundial. La mayor pérdida de biodiversidad está ocurriendo en los trópicos como resultado de la conversión de bosques en tierras agrícolas y pastos y por los efectos de la fragmentación del hábitat (Myers, 1984). La solución tradicional para reducir la pérdida de biodiversidad ha sido el establecimiento de áreas protegidas (Roth *et al.*, 1994). Sin embargo, éstas áreas resguardadas no son necesariamente los únicos y mejores para la conservación de la biodiversidad, debido a su reducida superficie que no abarca todos los hábitats y ecosistemas presentes en una región, y porque algunas especies y hábitats requieren de un manejo activo para conservar la biodiversidad (Christiansen y Anthea, 1997). Se ha sugerido recientemente que también se puede conservar biodiversidad en los sistemas o hábitats manejados por el hombre (McNeely, 1995).

La biodiversidad es influenciada por la estructura y composición florística de los sistemas agrícolas, su ubicación en el paisaje y la intensidad y tipo de manejo. La estructura de un sistema agroforestal la define sus componentes y sus arreglos temporales y espaciales (Nair, 1985). Los sistemas agroforestales tienen mayor biodiversidad que otros sistemas agrícolas como los monocultivos, y en algunos casos los niveles de riqueza de especies son comparables a los bosques deciduos tropicales (Estrada *et al.*, 1993; Perfecto *et al.*, 1996). Muchos sistemas agroforestales tradicionales imitan a la estructura de los ecosistemas de bosques tropicales (Michon *et al.*, 1983), pueden conservar especies de plantas y animales (Noble y Dirzo 1997; Noordwijk *et al.*, 1997) y constituyen una alternativa para el manejo y la conservación de la biodiversidad en los paisajes agrícolas (Greenberg *et al.*, 1997; Perfecto *et al.*, 1996; Pimentel *et al.*, 1992; Rice y Greenberg, 2000; Stamps y Linit, 1998).

En América Central y el Caribe, el cacao se cultiva bajo sombra (Lestón, 1970; Roth *et al.*, 1994; Morera, 1996), en sistemas multi-estratos que incluyen árboles de servicio, maderables, frutales y otras especies espontáneas o de remanentes del bosque original (Beer, 1999; Rosero y Gewald, 1979). En Talamanca, Costa Rica, los sistemas agroforestales tradicionales con cacao se caracterizan por una alta diversidad de plantas del

dosel de sombra y pueden constituir una alternativa para la conservación de la biodiversidad (Parrish, *et al.*, 1999; Reitsma *et al.*, 2001; Warren, 2000). A pesar de que estos cacaotales tienen menor riqueza de árboles, diferente composición botánica y menor densidad arbórea que el bosque aun contienen algunas especies del bosque primario y poseen una estructura comparable a los bosques circundantes. Estos sistemas pueden ayudar a mantener la diversidad del pasaje, proveer una diversidad de hábitats y recursos y servir de corredor entre las áreas fragmentadas (Guiracocha *et al.*, 2001)

Es necesario evaluar la capacidad de los sistemas agroforestales para albergar biodiversidad y comprobar si estos sistemas cumplen con la función de protectora de la vida silvestre (Escobar y Haffter, 1999) Sin embargo, no es posible la ejecución de un censo completo debido a la falta de tiempo y recursos (Pearson y Cassola, 1992), por lo que se recurre al uso de taxones o especies indicadores como organismos de comprobación de la diversidad biológica existente en los diferentes sistemas ecológicos o hábitats (Rodríguez *et al.*, 1998; Pearson y Cassola, 1992) Los artrópodos son utilizados como indicadores de la desaparición de especies o pérdida de la diversidad biológica en los fragmentos de bosques. Los escarabajos pueden ser utilizados en estudios de inventarios de riqueza de especies a corto plazo o para evaluar impactos de fragmentación, debido a su sensibilidad a las perturbaciones, especificidad de hábitat y facilidad de captura (Kremen *et al.*, 1993)

## **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la capacidad del bosque y diversos tipos de cacaotales para albergar escarabajos estiercoleros

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1 Evaluar la estructura y composición florística del bosque y distintos tipos de cacaotales de Talamanca
- 2 Comparar la riqueza y abundancia de escarabajos estiercoleros entre el bosque y los diferentes tipos de cacaotales
- 3 Determinar la influencia de la estructura y composición florística del bosque y cacaotales sobre la riqueza y abundancia de escarabajos estiercoleros

## **Hipótesis**

- Los cacaotales conservan la misma diversidad de escarabajos estiercoleros que el bosque
- La diversidad de escarabajos estiercoleros es superior en cacaotales con estructura compleja y composición florística diversa que en cacaotales con estructura y composición florística simple



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Estructura y biodiversidad en los ecosistemas agroforestales

La relación entre la diversidad de fauna y la complejidad de la estructura de la vegetación ha sido reportado en los ecosistemas naturales (Augusto, 1983; Cork y Catling, 1996) La complejidad de la estructura arbórea en los sistemas agroforestales con café o cacao, por ejemplo, permiten mantener una alta diversidad de mamíferos medianos, debido a que la cobertura arbórea sirven como fuente de alimento y protección (Gallina *et al.*, 1996; Alves, 1990). Las plantaciones de café establecidas bajo la sombra de la vegetación natural existente son sistemas tradicionales conocidos como cafetales rústicos. Estos cafetales son estructuralmente complejos y ofrecen condiciones apropiadas para el crecimiento de epifitas, parásitos, musgos y líquenes, que a su vez soportan comunidades de artrópodos y anfibios. La diversidad de artrópodos en éstos cafetales es similar, o a veces mayor, que la de los bosques naturales (Perfecto *et al.*, 1996). Los cafetales con sombra multi-estratificada han demostrado ser muy importantes para la conservación de aves por cuanto proveen de sitios para descanso, anidación y alimentación (Moguel y Toledo, 1999)

En cafetales rústicos de Chiapas, México, se han registrado 105 especies de aves, mientras que en cafetales con sombra monoespecífica (*Inga* spp.) se encontraron 98 especie; en el bosque natural de esa misma región se registraron 115 especies de aves (Greenberg *et al.*, 1997 b). Las plantaciones de café bajo sombra albergan una diversidad admirable de escarabajos, hormigas, avispa, otros insectos y arácnidos (Perfecto y Snelling, 1995). Un inventario de insectos realizado en un cafetal con sombra de *Erythrina poeppigiana* registró un total de 126 especies de escarabajos, 30 especies de hormigas y otras 103 especies de himenópteras (Perfecto *et al.*, 1996)

Los sistemas agroforestales con caucho, en Indonesia, presentan una estructura compleja similar a los bosques secundarios maduros y mantienen una diversidad comparable a la vegetación secundaria sin intervención, especialmente para especies de aves y plantas (Werner, 1997; Thiollay, 1995) Los sistemas agroforestales con caucho en Sumatra, por

ejemplo, contienen alrededor de 300 especies de plantas por hectárea (Sánchez, 1995). Las plantaciones agroforestales de cacao tienen un dosel estructurado, que permite conservar la biodiversidad. Por ejemplo en plantaciones de cacao en Côte d' Ivoire, Africa, se puede encontrar alrededor de 26 especies de plantas (Herzog, 1994)

## 2.2. Manejo de sombra y biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao

El manejo de sombra en los cacaotales forma una gradiente que va desde el manejo rústico; el manejo de sombra plantada, que consiste en establecer un sistema de policultivo tradicional o sombra comercial con frutales y árboles de sombra especializada, hasta el sistema de plantación a pleno sol. Mientras más diversa es la sombra de un cacaotal, mayor es el potencial para la producción a largo plazo y la conservación de biodiversidad (Rice y Greenberg, 2000).

En Ghana, por ejemplo, el cacao ha sido cultivado bajo la sombra de árboles de especies mixtas que en su mayoría son remanentes del bosque primario (Campbell, 1984). En Bahía, Brasil, el cacao es cultivado bajo la selva aclarada o sistema "cabruca" (Mandarino, 1979), conservando algunas de las características del bosque Húmedo Atlántico (Alves, 1990; Johns, 1999). En este sistema, los árboles y arbustos del bosque natural son raleados hasta un 10% de su abundancia original y la mayoría de las lianas son removidas. En estos cacaotales se ha reportado la presencia de algunos mamíferos de tamaño medio, primates grandes y las aves frugívoras, insectívoras y omnívoras que utilizan los diferentes estratos del dosel (Alves, 1990).

En Venezuela, el cacao se cultiva tradicionalmente bajo sombra, aclarando el bosque natural y dejando los árboles de valor comercial, lo que permite mantener la diversidad florística y favorece a la presencia de aves y mamíferos (Escalante *et al.*, 1984). Las especies arbóreas que comúnmente se encuentran en éstos sistemas son: *Erythrina poeppigiana*, *Brosimum alicastrum*, *Virola surinamensis*, *Ficus* ssp., *Inga* ssp., *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia rosea* (Reyes y Capriles, 2000)

El cacao puede ser integrado en el sistema de agricultura tradicional mediante la combinación con cultivos anuales. En Costa de Marfil, por ejemplo, el cacao es plantado en terrenos con barbechos de 12- 15 años. Primero se limpia el terreno para establecer los cultivos anuales como plátano, arroz y yuca; el cacao es establecido después de la cosecha de los cultivos bajo la sombra de los arbustos. Adicionalmente, se intercalan especies frutales para proveer sombra permanente y regeneración de nutrientes al suelo. De esta forma se mantiene un sistema con alta diversidad de especies (Lodoen, 1998)

Un sistema común en Malasia es el cultivo de cacao bajo sombra de coco (*Cocos nucifera*) y una leguminosa (*Gliricidia sp*). Las palmas de coco se establecen en hileras a una distancia de 9 m y se establecen en los callejones dos hileras de cacao separadas de la hilera de coco por una distancia de 2.4 m y separadas entre plantas por una distancia entre 1.9 m. En estos sistemas se puede encontrar algunos mamíferos plaga, incluyendo la rata de madera (*Rattus tiomanicus*), rata blanca (*Rattus rattus*) y ardilla roja (*Callosciurus caniceps*) (Shepherd *et al.*, 1977).

En Indonesia, Nigeria y Ghana, el cacao se establece bajo la sombra de palma de aceite (*Elaeis guianensis*). Una vez que el cacao es plantado, se realiza un raleo de las palmas de aceite mediante el envenenamiento, dejando entre 40 a 50 palmas por hectárea. Los parches que quedan son plantados con *Gliricidia sp*, y la palma de coco es intercalada en todo el área para proveer sombra permanente. Este método de manejo ayuda a crear un ambiente estable para ciertos insectos benéficos (Amoah *et al.*, 1995; Oladokun, 1990; Redshaw y Zurnerlin, 1995). En Camerún y Nigeria, África, el cacao se combina con cultivos como el banano (*Musa ssp*) y especies maderables de alto valor comercial y frutales como el mango arbustivo (*Irvingia gavonensis*) y la ciruela africana (*Dacryodes edulis*). Estos sistemas permiten obtener una producción sostenible y ayudan a mantener la biodiversidad de la zona (Gockowski y Dury, 1999; Ichire, 1994; Lodoen, 1998)

En el sur de Bahía, Brasil, el cacao es plantado bajo la sombra de palmas de coco (Johnson y Nair, 1985) o caucho (Alvim y Nair, 1986). En Pará, Brasil se han establecido cacaotales en asociación con *Musa ssp*. como sombra temporal y *Swietenia macrophylla* como sombra

permanente con la finalidad de mejorar la sostenibilidad y la viabilidad económica y ecológica del cultivo (da Silva *et al.*, 1999; Gesta, 1999). En Ecuador, el cacao se planta bajo árboles maderables de valor comercial como el laurel (*Cordia alliodora*), fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*), moral fino (*Chlorophora tinctoria*) y árboles de sombra como el palo prieto (*Erythrina glauca*), guaba (*Inga sp*) y samán (*Samanea saman*) (Mussak y Larman, 1989)

En América Central, el cacao se encuentra asociado con laurel (*Cordia alliodora*), poró (*Erythrina poeppigiana*), pejibaye (*Bactris gasipaes*) y banano (*Musa ssp*) (Morera, 1996; Rosero y Gewald, 1979). En Talamanca, Costa Rica, los cacaotales se encuentran establecidos bajo la sombra de frutales, musáceas y árboles de regeneración natural (Guiracocha, 2000; Suárez, 2001). Estos cacaotales mantienen una riqueza de especies de aves migratorias y residentes típicas del bosque (Parrish *et al.*, 1999)

### **2.3. Sistemas Agroforestales con cacao y conservación de la biodiversidad**

El cacao es un cultivo de tierras bajas del trópico producido mayormente por pequeños agricultores y con frecuencia bajo dosel de sombra (Rice y Greenberg, 2000). Se estima que éstos sistemas poseen un alto potencial para acoger diversidad de organismos, dado a su sistema de manejo bajo una densa copa de árboles (Greenberg, 1999). Los sistemas agroforestales tradicionales con cacao permanecen productivos y ambientalmente sostenibles hasta por 50 años y se asemejan a los bosques naturales en su estructura (Bigger, 1981; Duguma, *et al.*, 1999). El sistema agroforestal con cacao es particularmente efectivo en el mantenimiento de la biodiversidad de plantas útiles para las poblaciones del área rural. El complejo sistema multi-estrato sirve como reservas biológicas de ingresos por cacao para muchos indígenas (Lodoen, 1998).

Los cacaotales con un dosel de sombra diverso mantienen mayor diversidad de organismos dependientes del bosque, que cacaotales con dosel poco diverso y que otros sistemas de cultivo (Rice y Greenberg, 2000). En un estudio realizado en cacaotales de Brasil sobre

hormigas arbóreas se registraron un total de 91 especies en los árboles de sombra (Majer *et al.*, 1994)

Las plantaciones de cacao establecidas bajo sombra puede mantener una gran cantidad de insectos (Bigger, 1981; Majer *et al.*, 1994; Room y Smith, 1975). Por ejemplo, en Ghana, se ha reportado alrededor de 250 especies de hormigas que habitan en el dosel de sombra (Bigger, 1993; Room, 1971). En los cacaotales de Nueva Guinea, se encontraron 131 especies de hormigas (Room, 1975). Otro estudio realizado en cacaotales de ese mismo país registró 248 insectos de los cuales 147 especies corresponden a Lepidópteros y 101 especies corresponden a Coleópteros (Lestón, 1970). Estudios realizados sobre aves en Talamanca, Costa Rica, reportaron la presencia de 144 especies de aves en los cacaotales manejados, 131 especies en cacaotales abandonados y 130 en el bosque. Esto indica que los cacaotales manejados pueden albergar muchas especies de aves (Reitsma *et al.*, 2001)

En otro estudio sobre biodiversidad realizado en cacaotales y bananales bajo sistema agroforestal y en el bosque en Talamanca, se registraron un total de 35 especies vegetales en los cacaotales; aunque este número es inferior a la cantidad de especies encontradas en el bosque (80 especies compuestas de árboles y palmas). Se registraron 10 especies de mamíferos mediante el método de huellas. Este número fue igual para el bosque, bananales y cacaotales. Sin embargo, el número de especies de mamíferos reportados mediante el método de avistamiento fue de 27 en el bosque, 22 en cacaotales y 25 en bananales. Los cacaotales contienen mayor número de especies de plantas que los bananales (Guiracochea *et al.*, 2001).

#### 2.4. Los escarabajos estiercoleros

Los escarabajos estiercoleros son un grupo de insectos con una amplia distribución y predominantes en los bosques húmedos tropicales (Halffter y Matthews 1966; Hanski, 1983; Howden y Nealis, 1978). Estos artrópodos consumen y dispersan los excrementos de mamíferos (Andresen, 1999; Estrada y Coates-Estrada, 1999; Feer, 1999; Shepherd y Chapman, 1998;) y ocasionalmente de reptiles y aves (Mittal, 1993; Young, 1981) Los coleópteros coprófagos adultos entierran el estiércol en el suelo como alimento para ellos y para la elaboración del nido en el cual se nutrirán sus larvas; estas madrigueras en el suelo constituyen un medio para protegerse de los predadores, competidores y de condiciones climáticas desfavorables (Cambefort y Hanski, 1990; Solís, 1999; Martínez, 1999).

El grupo de escarabajos estiercoleros incluye unas 6000 especies representadas en unos 200 géneros que pertenecen a la subfamilia Scarabaeinae de la familia Scarabaeidae (Halffter, 1991). Los escarabajos estiercoleros son generalmente abundantes, formados por comunidades de varias especies. Un solo tipo de recurso puede atraer a cientos de individuos y docenas de especies tanto en zonas templadas como en zonas tropicales (Hanski, 1990). Estos escarabajos son importantes en la ecología del bosques y pasturas ya que ayudan a mantener la fertilidad del suelo y la retención del agua (Kirk, 1992).

Los escarabajos constituyen un grupo indicador apropiado para determinar patrones regionales de diversidad y para la evaluación de los cambios producidos por la actividad del hombre en ecosistemas naturales y sistemas derivados, debido a su taxonomía estable, facilidad para observar y manipular en el campo, amplia distribución, requerimientos de hábitats diversos y porque sus patrones de riqueza están altamente correlacionados con la de otros taxones de vertebrados e invertebrados (Pearson y Cassola, 1992; Escobar y Halffter, 1999; Aguilar *et al.*, 2000). Los escarabajos estiercoleros son fuertemente influenciados por la variación de sus hábitats y responden rápidamente a los cambios medioambientales (Tischendorf, 1998). Son recomendados como especies indicadoras para el análisis y evaluación de los efectos de algunas perturbaciones del bosque sobre las comunidades bióticas (Hill 1995, Andagua y Halffter 1991, Kirk 1992)

Por el tipo de alimentación, estos escarabajos dependen directamente de las heces de los vertebrados terrestres, especialmente de los mamíferos herbívoros (Halfter, 1991; Martínez, 1999; Solís, 1999). La composición del gremio de escarabajos estiercoleros está íntimamente relacionada con la presencia de los animales que les proveen de alimento y con factores microclimáticos determinados por la cobertura vegetal. La perturbación humana del bosque puede causar una disminución en el número de especies de escarabajos. La extinción local de varias especies de mamíferos y la reducción de aves y reptiles en los ambientes perturbados aminora la oferta de estiércol y provocan un descenso en la riqueza y diversidad de los escarabajos (Klein, 1998).

La cobertura vegetal afecta la distribución espacial de los escarabajos en los trópicos ya que altera la fluctuación de la humedad y temperatura, la temperatura del suelo y la insolación directa (Halfter, 1991; Howden y Nealis, 1975). En un estudio realizado con escarabajos del grupo carabid en una región de agricultura intensiva en Francia, se encontró que la diversidad fue más alta bajo la cobertura de árboles establecidos como cerca viva que en el área de cultivo (Fournier y Loreau, 2001).

La presencia de otros invertebrados que compiten por el alimento es otro factor que incide sobre la diversidad de escarabajos (Bohac, 1999). El clima es uno de los factores físicos que más afectan a los escarabajos estiercoleros. Los escarabajos del gremio Scarabaeinae son sensibles a la precipitación pluvial por cuanto dependen de la humedad del suelo para completar su ciclo de vida. También son perceptibles al tipo de suelo ya que algunas especies están estrechamente ligadas ya sea a la arena, arcilla u otro clase de suelo (Halfter y Mathews, 1966).

## 2.5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, N; Finegan, B; Louman, B; Delgado, D. 2000 Patrones de respuesta de Scarabaeinae a las actividades de manejo de bosques naturales tropicales Revista Forestal Centroamericana No 30: 40 – 45
- Alves, MC 1990. The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic Forest of Sourthen Bahia, Brasil Ms. Thesis Univ. of Florida Gainesville, Florida
- Alvim, R; Nair, PKR. 1986. Combination of cocoa with other plantation crops: an agroforestry systems in Southeast Bahia, Brasil. Agroforestry Systems 4: 3 – 15
- Alonso, A; Dallmeier, F; Granek, E; Raven, P eds. 2001. Biodiversity: connecting with the tapestry of life. Smithsonian Institution Washington, DC, USA. 31 p
- Altieri, MA. 1991. Traditional Farming in Latin America. The ecologist 21: 93 –96
- Amoah, FM; Nuertey, BN; Baidoo-Addo, K; Opong, FK; Osei-Bonsu, K; Asamoah O, TE 1995. Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. Agroforestry Systems 30: 289 – 299
- Andagua, S; Halffter, G 1991. Escarabajos asociados a madrigueras de roedores (Coleóptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae) Folia Entomológica Mexicana 81: 185 – 197.
- Andresen, E. 1999. Seed dispersal by mokeys and the fate of dispersed sedes in a peruvian rain forest Biotropica 31: 145 – 158.
- Augusto, P. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. Ecology 64 (6): 1495 – 1507



- Beer, J 1999 Theobroma cacao: un cultivo "agroforestal". *Agroforesteria en las Américas* 6 (22): 4
- Bigger, M 1981. Observation on the insect fauna of shaded and unshaded amelonado cocoa. *Bulletin of Entomological Research* 71: 107 – 119.
- Bigger, M 1993. Ant – homopteran interactions in a tropical ecosystems. Description of an experiment on cocoa in Ghana. *Bulletin of Entomological Research* 83: 475 – 505
- Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 357 – 372.
- Borge, C; Villalobos, V. 1995. Talamanca en la encrucijada. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 121 p
- Borge, C; Castillo, R V. 1997. Cultura y conservación en la Talamanca indígena. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 259 p.
- Cambefort, Y; Hanski, I. 1990. Dung beetle population biology. *In* Hanski, I; Cambefort, Y. (eds). 1990. *Dung beetle ecology*. Princeton, New Jersey, Princeton University 481 p
- Campbell M, CA. 1984. The influence of overhead shade and fertilizers on the homoptera of mature upper- Amazon cocoa trees in Ghana. *Bulletin of Entomological Research* 74: 163 – 174
- Cork, SJ; Catling, PC. 1996. Modeling distributions of arboreal and ground-dwelling mammals in relation to climate, nutrients, plant chemical defenses and vegetation structure in the eucalypt forest of southeastern Australia, *Forest Ecology and Management* 85: 163 – 175

- Christiansen, S; Anthea V, CM. eds. 1997. Conservation, management and sustainable use of dryland biodiversity within priority Agro-ecosystems of the near East ICARDA, Aleppo, Syria 54 p.
- Dallmeier, F; Comiskey, JA. 1996. From the forest to the User: a methodology Update In Wilson, DE; Sandoval, A eds. La Biodiversidad del sureste del Perú. Horizonte Lima, Perú. 679 p.
- Davis A, LV. 1994. Habitat fragmentation in southern Africa and distributional response patterns in five specialist or generalist dung beetles families (Coleoptera) African Journal of Ecology 32: 192 – 207.
- Duguma, B; Gockowski, J; Bakala, J. 1999. Desafios biofisicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn) en sistemas agroforestales de Africa Occidental y Central. Agroforestería en las Américas 6 (22): 12 – 15.
- Escalante, G; Herrera, R; Aranguren, J. 1984. Fijación de nitrógeno en árboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del norte de Venezuela. Pesquisa Agropecuaria do Brasil 19: 223 – 230.
- Estrada, A; Coates-Estrada, R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Las Tuxtlas, Mexico. Journal of Tropical ecology. 7: 459 – 474.
- Escobar, F; Haffter, G. 1999. Análisis de la diversidad a nivel de paisaje mediante el uso de grupos indicadores: el caso de los escarabajos del estiércol. In IV Reunión Latinoamericana da Scarabaeoidología (1999, Viçosa, MG, Brasil). 1999. Memórias. Eds. F Vaz-de- Mello; L Oliveira; J Louzada; J Salvadori; F escobar. Londrina, Brasil p. 135 – 140.

- Estrada, A; Coates-Estrada, R; Meritt jr, D; Montiel, S; Curiel, D 1993 Patterns of frugivore species richness and abundance in forest island and in agricultural habitats at Las Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 107/108: 245 – 257.
- Feer, F 1999 Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seed dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guyana rain forest. *Journal of Tropical ecology* 15: 129 – 142.
- Fournier, E; Loreau, M. 2001. Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground-beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 16: 17 – 32.
- Gallina, S; Mandujano, S; Gonzalez R, A. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantation of central Veracruz, México. *Agroforestry systems* 33: 13 – 27
- Gesta M, AC 1999. Brasil: Agroforestería en la comisión ejecutiva de planeación de la actividad cacaotera (CEPLAC). Enriquecimiento de cacaotales con caoba. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 31 –33
- Gibbs, DG; Leston, D. 1970. Insect phenology in a forest cocoa-farm locality in West Africa. *Journal of Applied Ecology* 7: 519 –548.
- Gockowski, J; Dury S. 1999. The economics of cocoa-fruit agroforests in southern Cameroon. *In* International Symposium “Multi-strata Agroforestry Systems with Perennial Crops”(1999, Turrialba, Costa Rica) 1999. Proceedings. Comps F Jimenez; J Beer. Turrialba, CR, CATIE. p. 239-241
- Greenberg, R; Bichier, P; Cruz, A; Reitsma, R. 1997a. Bird populations in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11 (2): 448 – 459

- Greenberg, R; Bichier, P; Sterling, J 1997b. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of Eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29 (4): 501 – 514
- Greenberg, R; Bichier, P; Sterling, J 1999. Biodiversity in the cocoa agroecosystem. Shade management and landscape consideration. *Bioscience* 42: 354 – 362.
- Guiracocha, G. 2000. Conservación de la biodiversidad en los sistemas agroforestales cacaoteros y bananeros de Talamanca, Costa Rica. Thesis MSc Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.
- Guiracocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8 (8): 7 – 11.
- Halffter, G; 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 193 - 238.
- Halffter, G; Matthews, EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12 - 14: 1-312.
- Halffter, G; Favila, ME. 1993. The Scarabaeinae (Insecta Coleoptera), an animal group for analyzing, inventorying, and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15 –21.
- Hanski, I. 1983. Distributional ecology and abundance of dung and carrion-feeding beetle (Scarabaeidae) in tropical rain forest in Sarawak, Burneo. *Acta zoologica Feenica* 167: 1 – 45.

- Hanski, I. 1990. The dung insect community. *In* Hanski, I; Cambefort, Y (eds). 1990. Dung beetle ecology. Princeton, New Jersey, Princeton University. 481 p.
- Herzog, F. 1994. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry Systems* 27: 259 – 267.
- Hill, JC. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridor for rain forest insects. *Conservation Biology* 9 (6): 1559 – 1566.
- Howden, HF; Nealis, VG. 1975. Effects of clearing in a tropical forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica* 7: 77 – 83.
- Howden, HF; Nealis, VG. 1978. Observations on height of perching in some tropical dung beetles (Scarabaeidae). *Biotropica* 10: 43 – 46.
- Huang, W; Kanninen, M; Xu, Q; Huang, B. 1997. Agroforestry in China: Present state and future potential. *Ambio* 26 (6): 394 – 398.
- Ichire, O. 1994. Utilización de la agroforestería para el establecimiento de árboles frutales. *Agroforestería en las Américas* 1(2): 20 – 22.
- Johns, N. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management* 23 (1): 31 – 47.
- Johnson, DV; Nair, PKR. 1985. Perennial crop-based agroforestry systems in Northern Brazil. *Agroforestry Systems* 2: 281 – 292.
- Kapp, GB. 1989. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, C. R., CATIE. 97 p. (Serie Técnica Informe Técnico no 155)

- Kirk, AA. 1992. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) active in patchy forest and pasture habitats in Santa Cruz province, Bolivia, during spring. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 45 – 54.
- Klein, BC. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetles communities in central Amazonian. *Ecology* 70 (6): 1715 – 1725
- Kolade, JA. 1991. Agronomic practices in cocoa cultivation. With reference to Nigeria. *Agriculture International* 43 (10): 276 – 282.
- Komar, O. 1998. Biodiversidad y cafcultura: raíces del proyecto piloto café y biodiversidad. *Abecafe (El Salvador)*: 18 – 20
- Kremen, C; Colwell RK; Erwin, TL; Murphy, DD; Noss, FR; Sanjayan, MA. 1993. Terrestrial arthropod assemblage: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7 (4): 796-808.
- Lamprecht, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de bosques tropicales. *Acta Agronómica* 13 (2): 57 – 65,
- Leakey, RB. 1998. Agroforestry in the humid lowlands of West Africa: some reflections on future directions for research. *Agroforestry Systems* 40: 253 – 262
- Leston, D. 1970. Entomology of the cocoa farm. *Annual Review of Entomology* 15: 273 – 294.
- Lodoen, D. 1998. Cameroon cacao agroforest. Planting hope for smallholder farmers. *Agroforestry Today* 10 (4): 3 – 6
- Majer, JD. 1976. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *Journal of Applied Ecology* 13: 145 – 155.

- Majer, JD; Delabie C, JH; Smith B, MR. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotrópica* 26 (1): 73 – 83
- Mandarino, EP. 1979. Implantação de cacauzeiros sob mata raleada nas condições da Bahia. In Conferencia internacional de investigación en cacao (7, 1979, Douala, Cameroun) 1981 Actas. Washington D.C., USA. 702 p
- Martí D, C; Badía V, D. 2000. Análisis estructural y funcional de dos arbustos del matorral mediterráneo semiárido: *Cistus clusii* (D.) y *Cistus albidus* (L.). *Geórgica* 7: 29-39.
- Martínez, A; Halffter, G; Halffter, V. 1964. Notas sobre el género *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae: Canthonina). *Acta Zoológica Mexicana* 7 (3) 1 –42
- Martínez M, I. 1999. Datos sobre la biología y la reproducción en Aphodinae (Coleoptera: Scarabaeidae): Revisión. In IV Reunión Latinoamericana de Scarabaeoidología (1999, Viçosa, MG, Brasil). 1999
- McNeely, JA. 1995. How traditional agro-ecosystems can contribute to conserving biodiversity. In Halladay, P; Gilmour, DA. Eds. 1995. *Conserving biodiversity outside protected areas. The role of traditional agro-ecosystems.* Gland, Switzerland, UICN 229 p.
- Michon, G; Bompard, J; Hecketsweiler, P; Ducatillion, C. 1983. Tropical Forest architectural analysis as applied to agroforests in the humid tropics: The example of traditional village-agroforest in West Java. *Agroforestry Systems* 1 (2): 117 – 129
- Mittal, IC. 1993. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical Ecology* 34 (2): 150 – 159.
- Moguel, P; Toledo, VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* 13: 11-21

- Morera, JA 1996. Performance of cocoa hybrids under two shade systems at CATIE, Costa Rica. *Cocoa Growers' Bulletin* 50: 22 – 31.
- Murdoch, WW; Evans, FC; Peterson, CH 1972. Diversity and pattern in plants and insect. *Ecology* 53 (5): 819-829.
- Murphy, DD 1999. Conservation and confusion: wrong species, wrong scale, wrong conclusion. *Conservation Biology* 3 (1): 82 – 84.
- Murray, DB. 1975. *Cocoa: The botany of cocoa*. Whitstable, Great Britain, Whitstable Litho
- Mussak MF; Larman, JG. 1989. Farmers' production of timber trees in the cacao-coffee region of coastal Ecuador. *Agroforestry Systems* 9: 155 – 170.
- Myers, N. 1984. *The primary source: tropical forest and our future*. W. W. Norton, New York, New York, USA
- Nair, PKR. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97– 128.
- Noble, IR; Dirzo, R. 1997. Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277:552-525
- Noordwijk, M; Tomich, TP; Foresta, H; Michon, G. 1997. To segregate or to integrate? The question of balance between production and biodiversity conservation in complex agroforestry systems. *Agroforestry Today* 9 (1): 6-9.
- Oladokun O, MA. 1990. Tree crop based agroforestry in Nigeria: a checklist of crops intercropped with cocoa. *Agroforestry Systems* 11: 227 – 241



- Parrish, J; Reitsma, R; Greenberg, R; McLarney, W; Mack, R; Lynch, J. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. *Agroforestería en la Américas* 6 (22): 16-19.
- Peacock, JM. Ed. 1995. Dryland biodiversity. *In* Workshop Dryland biodiversity conservation through natural resource management (1995, Amman, Jordan) 1995 Proceedings. ICARDA, Aleppo (Siria) Amman, Jordan. 64 p.
- Pearson, DL; Cassola, F. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology* 6: 376 – 391.
- Perfecto, I; Snelling, R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ant in coffee plantations. *Ecological Applications* 5: 1084 – 1097
- Perfecto, I; Rice, RA; Greenberg, R; Van der Voor, ME. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46 (8): 598 – 608.
- Phillips, EA. 1959. *Methods of vegetation study*. Henry Hilt, New York, USA. 257 p.
- Pimentel, D; Stachow, E; Takacs, DA; Brubaker, HW; Dumas, AR; Meaney, JJ; O'niel, JS; Onsi, DE; Corzilius, DB. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience* 42: 354 – 362.
- Redshaw, MJ; Zulnerlin, I. 1995. Cocoa cultivation on P.T.P.P. London Sumatra Indonesia Estates in North Sumatra province, Indonesia. *Cocoa Growers' Bulletin* no 49: 7-25.
- Reitsma, R; Parrish, JD; Mclarney, W. 2001. The role of cocoa plantations in maintaining avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 185 – 193.

- Reyes, H; Capriles, L 2000. El cacao en Venezuela Moderna tecnología para su cultivo , Caracas, Venezuela, Chocolates el Rey p 67- 218
- Rice, RA; Greenberg, R 2000. Cacao Cultivation and the conservation of biological diversity *Ambio* 29 (3): 167 – 173.
- Rodríguez, JP; Pearson, DL; Barrera R, R. 1998. A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forest in Venezuela?. *Biological Conservation* 83 (1): 69-76.
- Room, PM 1971. The relative distributions of ant species in Ghana's cocoa farms *Journal of Animal Ecology* 40: 735 – 751
- Room, PM. 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. *Australian Journal of Zoology* 23: 71 – 89
- Room, PM; Smith C, ES. 1975. Relative abundance and distribution of insect pest, ants and other components of the cocoa ecosystem in Papua New Guinea. *Journal of Applied Ecology* 12: 31 - 46.
- Rosero, P; Gewald, N. 1979. Growth of laurel (*Cordia alliodora*) in coffee and cacao plantations and pastures in the Atlantic region of Costa Rica. *In Proc Workshop agro-forestry systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica. CATIE.* 205 – 208 pp
- Roth, DS; Perfecto, I; Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Application* 4 (3): 423 – 436
- Sanchez, PA. 1995. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30 (1-2): 5 – 55.

- Shepherd, VE; Chapman, CA 1998. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Journal of Tropical ecology* 14: 199 – 215
- Shepherd, R; Gilbert, JR; Cowling, PG 1997. Aspects of cocoa cultivation under coconut on two estates in Peninsular Malaysia. *Planter* 53: 99 – 117.
- Silva, PJ da; Gesta M, AC 1996. Cacao bajo sombra de caoba en Pará, Brasil. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 31 –33
- Solis, A 1999. Escarabajos de Costa Rica. Las familias más communes. INBIO, San José, Costa Rica, LIL. 112 p.
- Stamps, WT; Linit, MJ 1998. Plant diversity and arthropod communities: implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 39 (1): 73-89
- Struik, PC; Fresco, LO; Almekinders, CJ; Louwaars, NP 1995. Management of variation in agro-ecosystems: The potential offered by agrodiversity. *In* Workshop Dryland biodiversity conservation through natural resource management (1995, Amman, Jordan). 1995. Proceedings. Amman, Jordan. 64 p.
- Suárez, A 2001. Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica. Thesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 74 p
- Swift, MS; Vandermeer, J; Ramakrishna, PS; Anderson, JM; Ong, CK; Hawkins, BA 1996. Biodiversity and agroecosystem function. HA Mooney et al (eds) *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. J. Wiley and Son, N.Y., pp 261 – 198.
- Tahvanainen, JO y Root, RB. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta crufirae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10: 321 – 346

- Thiollay, JM. 1995. The role of traditional agroforest in the conservation of rain forest bird diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9: 335 – 353
- Tischendorf, L. 1998. A simulation experiment on the potential of hedgerows as movement corridors for forest carabids. *Ecological Modelling* 106: 107 – 118
- Toky P, OM ; Kumar, P; Khosla K, P. 1989. Structure and function of traditional agroforestry systems in the western Himalaya. I. Biomass and productivity. *Agroforestry Systems* 9 : 47 – 70.
- Warren, C. 2000. Sustainability of shade-grown cocoa for mammalian biodiversity conservation in Costa Rica. Madison, USA, University of Wisconsin. 38 p
- Werner, S. 1997. The impact of management practices on species richness within productive rubber agroforests of Indonesia. *In* International workshop Management of secondary and logged-over forest in Indonesia (1997, Bongor, Indonesia). 1998. Proceedings Bongor, Indonesia. 113 p
- Wilson, WL; Johns, AD. 1982. Diversity and abundance of selected animals species in undisturbed forest, selectively logged forest and plantations in East Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 24: 205-218.
- Young, OP. 1981. The attraction of neotropical Scarabaeinae (Coleóptera, Scarabaeidae) to reptil and amphibian fecal material. *The Coleopterists Bulletin* 35: 345 – 348.

### 3. ARTICULO I

#### **Composición Florística y Estructura de Bosques y Cacaotales en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica**

**Palabras clave:** agroforestería, área basal, altura, biodiversidad, cacao multi-estratificado, conservación, DAP, hábitats, IVI, regeneración natural

#### **3.1. Introducción**

La transformación de los bosques húmedos tropicales por las actividades humanas es una de las principales causas de pérdida de diversidad biológica mundial (Peacock, 1995) La deforestación crea paisajes fragmentados en los que algunos remanentes del bosque original de tamaños y formas diferentes quedan inmersos en una matriz de hábitat transformados (Brayant *et al.*, 1997; Nepstad *et al.*, 1996; Viana y Tabanez, 1996). Esta simplificación de la estructura de los ecosistemas y fragmentación de los hábitats causa una disminución de la biodiversidad ( Louzada y De Souza, 1999)

La integración de sistemas agroforestales dentro de los paisajes fragmentados es una salida prometedora para la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad (Estrada *et al.*, 1993; Rice y Greenberg, 2000). Por sus características de complejidad estructural, microclima, diversidad de dosel y adaptabilidad a condiciones agroecológicas específicas, los sistemas agroforestales pueden retener una alta diversidad de organismos del bosque (Noble y Dirzo 1997; Perfecto *et al.*, 1996; Stamps y Linit, 1998)

Los sistemas agroforestales que incluyen cultivos de productos mundialmente comerciables y de importancia económica, como el cacao (*Theobroma cacao*), pueden tener impactos ecológicos sobre extensas áreas de tierra y económicos sobre un gran número de agricultores. El cacao es un cultivo de las tierras bajas del trópico, producido mayormente por pequeños agricultores, con frecuencia bajo un dosel de sombra de árboles, que incluyen especies remanentes del bosque original (Rice y Greenberg, 2000) Aunque estos hábitats

no sustituyen a los bosques intactos, tienen un valor creciente en la conservación de la biodiversidad (Alves, 1990; Beer, 1999; Pimentel *et al.*, 1992; Thioly, 1995), ya que debido a su alta diversidad vegetal proveen de hábitats, nichos y alimentos para otras especies de plantas y animales, amortiguan las áreas protegidas y sirven de conexión entre los ecosistemas intactos y los manejados dentro de un paisaje (Perfecto *et al.*, 1996; Pimentel *et al.*, 1992).

En Talamanca, Costa Rica, se ha estudiado la composición florística de los bosques que se encuentran en la parte alta de la cordillera, pero existe poca información sobre bosques secundarios o intervenidos de la zona baja y de transición (Hooftman, 1998; Valverde, 1998). Los datos disponibles sobre la composición florística y estructura de los fragmentos de bosques y sistemas agroforestales con cacao y su capacidad para albergar biodiversidad, son aun más limitados en la zona (Cascante y Estrada, 2001; Guiracocha *et al.*, 2001). En este trabajo se evalúa la composición florística y la estructura del bosque y de varios tipos de cacaotales con diferente estructura y composición florística, en fincas que pertenecen a los indígenas asentados dentro de la zona de reserva.

## 3.2. Materiales y Métodos

### 3.2.1. Localización del proyecto

La investigación se llevó a cabo en las reservas indígenas Bribri y Cabécar, Talamanca, Limón, Costa Rica, (9°00' y 9°50' Norte, 82°35' y 83°05' Oeste) donde predominan los bosques húmedos y muy húmedos tropical (Figura 1). En la zona se distinguen dos unidades de paisaje: el valle, constituido por la coalescencia de abanicos aluviales de varios ríos y las laderas, conformadas por materiales sedimentarios y rocas intrusivas. Los suelos del valle son Typic Troporthent, en la mayoría son de origen volcánico, poco profundos, de textura arenosa a franca, drenaje moderado a pobre y pueden presentar acumulación de materia orgánica. Los suelos de la ladera son Oxic Palehumults y Aeríc Tropaquepts, profundos, de textura arcillosa y drenaje pobre. La topografía del valle es plana cóncava y plana ondulada, con pendientes inferiores al 13 % (Borge y Villalobos, 1995; Borge y Castillo, 1997; Kapp, 1989).

La temperatura media anual varía entre 22° C y 27° C. La zona presenta un promedio de 4,5 horas luz/día y una radiación promedio de 15 Mj/m<sup>2</sup>/día (Kapp, 1989). La precipitación anual oscila entre 1900 y 2740 mm. La zona presenta dos regímenes de precipitación: una estación lluviosa que se extiende entre mayo y diciembre con casi el 75% del total de precipitación anual, y otra estación menos lluviosa entre los meses de enero y abril. El periodo de mayor precipitación presenta tres picos de precipitación: junio con 306 mm; agosto con 288 mm y octubre con 273 mm (Borge y Villalobos, 1995).

En 1994, la población asentada en la zona era de 6500 habitantes, compuestos por la etnia Bribri (80%), Cabécar (15%), afrobribris (3%) y otros orígenes (2%). Las principales actividades agrícolas de la zona son el cultivo de plátano (*Musa AAB*), Banano (*Musa spp.*) y cacao (Borge y Castillo, 1997; Kapp, 1989).

### 3.2.2 Metodología

Se estudiaron cuatro tipos de cacaotales y el bosque natural. La tipología de los cacaotales fue establecida visualmente con base en la diversidad del dosel (riqueza y abundancia de especies vegetales) y la estratificación vertical. Las tipologías fueron las siguientes:

- 1 Cacao multi-estratificado: este tipo de cacaotal tiene más de tres especies de árboles remanentes del bosque natural o de la regeneración natural, tales como guácimo blanco (*Geothalsia meiantha*), jabillo (*Hura crepitans*), cola de pava (*Guarea guidonia*), laurel (*Cordia alliodora*), guaba (*Inga spp.*), y especies cultivadas como pejibaye (*Bactris gasipaes*) y aguacate (*Persea americana*). Estos cacaotales presentan un dosel con más de tres estratos y entre 55-60% del área con sombra.
- 2 Cacao con especies arbóreas y frutales: este tipo de cacaotal incluye más de dos especies arbóreas remanentes del bosque natural o de regeneración natural y especies frutales como mamón chino, (*Nephelium lappaceum*), mango (*Mangifera indica*), manzana de agua (*Syzygium malaccense*), naranja (*Citrus sinensis*) y zapote colombiano (*Quararibea cordata*). Estos cacaotales presentan un dosel con más de dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.
- 3 Cacao con especies arbóreas y musaceas: este tipo de cacaotal posee más de dos especies arbóreas remanentes del bosque natural o especies que se regeneran naturalmente, y especies cultivadas como pejibaye (*Bactris gasipaes*) y aguacate (*Persea americana*), asociadas con musaceas. Estos cacaotales presentan un dosel con más de dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.
- 4 Cacao con estrato simple: este tipo de cacaotal posee como máximo dos especies de sombra constituida por laurel y guaba ó una de ellas. Estos cacaotales presentan un dosel de uno ó dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.



5. Bosque: bosques primarios de baja alteración (25 – 100 años de edad), su extensión varía entre 3 a 10 ha, en parches dentro de los sistemas agrícolas y separados entre ellos por distancias mayores a 500 m

### 3.2.3. Muestreo de la vegetación

El muestreo de la vegetación se realizó en treinta y cinco fincas (5 hábitats x 7 repeticiones) seleccionados al azar de la lista de los finqueros pertenecientes a la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA). En el sorteo se incluyó únicamente a las fincas que contenían como mínimo 1 ha de cultivo de cacao y que los parches de bosques fueran  $\geq 3$  ha (Anexo 1). Se visitó cada finca para verificar la superficie y la tipología a la que pertenecía. Las fincas se ubicaron en las comunidades de Watsi, Tsuiri, Amubri, Cachabri, Sibuju, San Miguel y San Vicente (Figura 2)

En cada finca se estableció una parcela temporal de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) en la parte central del cacaotal para reducir el efecto de borde y se identificaron, contaron y midieron (DAP, h) todos los individuos con  $DAP \geq 10$  cm. En el centro de la parcela grande se instaló una parcela mediana de 100 m<sup>2</sup> (5 x 20 m) donde se identificaron, contaron y midieron las plantas con diámetros entre 3 y 9.9 cm. En los vértices de la parcela de 1000 m<sup>2</sup> se establecieron dos parcelas pequeñas de 10 m<sup>2</sup> (2 x 5m) para el muestreo de plantas con diámetros menores a 3 cm (Anexo 2). Se recolectaron y disecaron las muestras de las especies encontradas y se identificaron con la ayuda de Oscar Valverde, taxónomo del Corredor Biológico. Se registró la posición geográfica del cacaotal y se estimó la distancia al bosque más próximo de cada parcela, directamente en el campo.

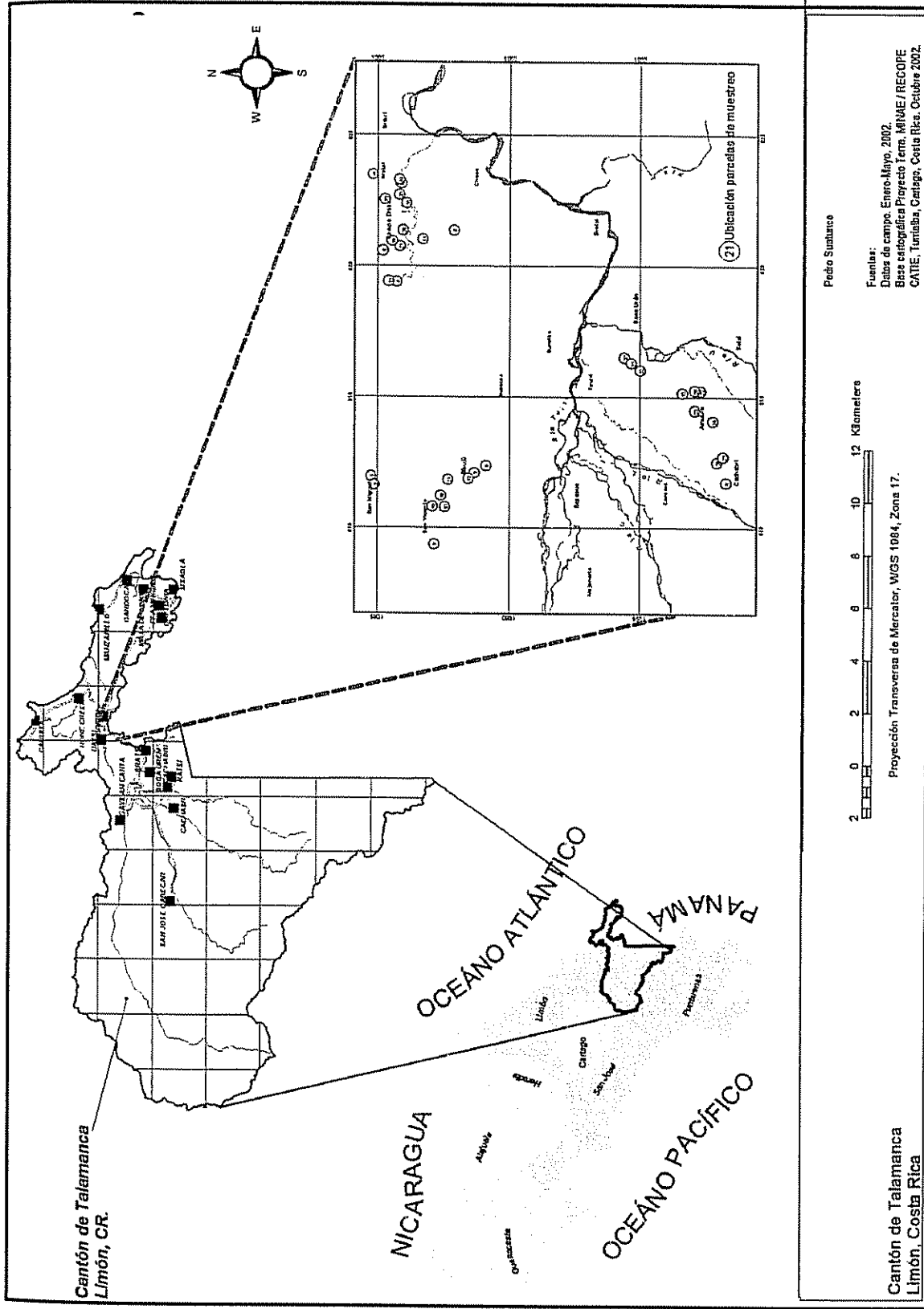


Figura 1. Localización de la zona de estudio

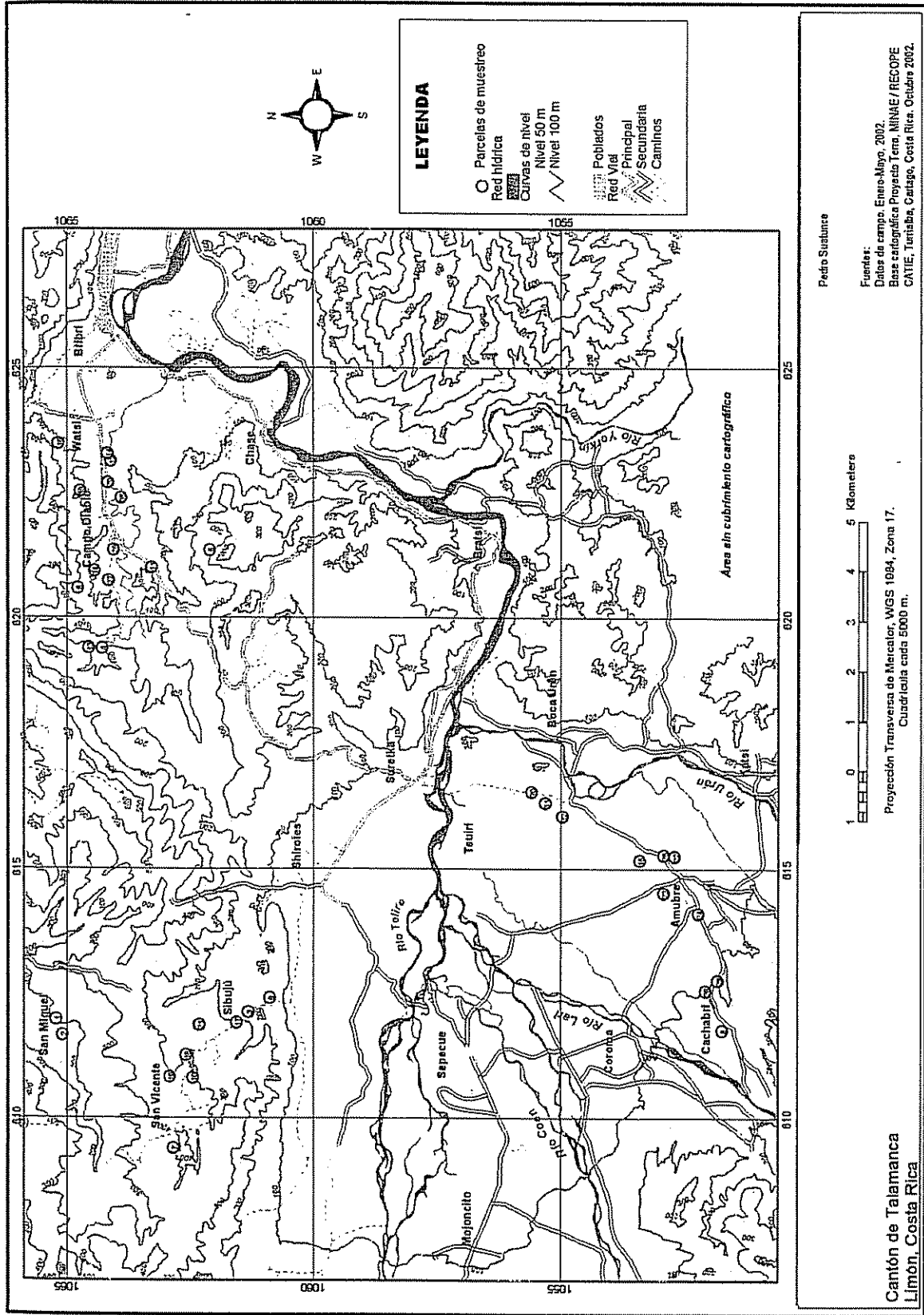


Figura 2. Ubicación de las fincas muestreadas

### 3.2.4. Análisis de la vegetación

Los individuos con DAP  $\geq 10$  cm se agruparon por familias, géneros y especies. Se determinó el cociente de mezcla o factor de heterogeneidad florística (Lamprecht, 1990) para medir la intensidad de mezcla de las especies (para calcular se dividió el número de las especies encontradas entre el total de individuos de las muestras de cada hábitat), el índice de similitud de Sørensen entre pares de hábitats (Dallmeier, 1992; Muller-Dombois y Ellenberg, 1974) y los índices de diversidad y equitabilidad de Shannon. Se determinó la frecuencia relativa, abundancia relativa, dominancia relativa (área basal) e Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie en cada hábitat y se agruparon las alturas de los árboles en cuatro clases (Lamprecht, 1962; Phillips, 1959; Rao, 1965).

1. 0 - 10 m
2. 10 - 20 m
3. 20 - 30 m
4. > 30 m

Para los individuos con diámetros menores a 10 cm, únicamente se elaboró un listado de las familias, géneros y especies encontradas, en cada uno de los hábitats.

### 3.3. RESULTADOS

#### 3.3.1. Composición Florística

Se encontraron 55 familias, 132 géneros, 185 especies y 805 individuos con  $DAP \geq 10$  cm, en un área total muestreada de 35000 m<sup>2</sup>; 54 familias se encuentran en bosque, 21 en cacao multi-estratificado, 18 en cacao con especies arbóreas y frutales, 12 en cacao con especies arbóreas y musaceas, y 2 en cacao con estrato simple. En el bosque se encontró un número total superior de especies e individuos en comparación a los cacaotales (Cuadro 1). Entre los tipos de cacaotales, el mayor número de especies se encontró en el cacao multi-estratificado y el más bajo en el cacao con estrato simple; la mayor cantidad de individuos se registró en el cacao con especies arbóreas y musaceas. En el Anexo 3 se presenta el listado de las especies por hábitat.

Cuadro 1. Número de familias, géneros, especies e individuos total por hábitat ( $DAP \geq 10$  cm; n=7 parcelas/hábitat; área total de cada hábitat = 7000 m<sup>2</sup>). CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple

Variables	Bosque	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
Familias	54	21	18	12	2	55
Géneros	109	32	22	16	2	132
Especies	149	38	27	17	2	185
Individuos	394	104	109	114	84	805

Las familias más importantes, según el número de especies, fueron Bombacaceae, debido a la presencia de cinco especies del género *Quararibea*; Fabaceae/Mimosoideae, por la presencia de varias especies del género *Inga*; Fabaceae/Papilionoideae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Sapotaceae y Tiliaceae (Anexo 4). Las familias que se destacaron por su abundancia fueron Anacardiaceae, por la presencia de muchos individuos de la especie *Spondias mombin*; Arecaceae, debido a la abundancia de *Iriartea deltoidea*, *Bactris*

*gasipaes* y *Socratea exorrhiza*, Boraginaceae, por la abundancia de *Cordia alliodora*, Fabaceae/ Mimosoideae, por la abundancia de *Inga edulis* e *Inga oerstediana*; Lauraceae, Moraceae, Sapindaceae y Sapotaceae. La familia con el mayor número de individuos en el bosque fue Arecaceae; en los demás hábitats, la mayor cantidad de árboles correspondió a Boraginaceae (Anexo 5).

Las especies más abundantes fueron: *Cordia alliodora* (Boraginaceae) con un total de 211 individuos, *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) con 56 individuos, y *Bactris gasipaes* (Arecaceae) y *Pentaclethra macroloba* (Fabaceae/Mimosoideae), ambas con 21 individuos. En el bosque las especies más abundantes fueron *Iriartea deltoidea* con 52 individuos, *Pentaclethra macroloba* con 19 individuos y *Socratea exorrhiza* (Arecaceae) con 14; en el cacaotal multiestratificado, las especies más abundantes fueron *Cordia alliodora* y *Spondias mombin* (Anacardiaceae) con 23 y 8 individuos respectivamente; en el cacao con especies arbóreas y frutales, las especies más abundantes fueron *Cordia alliodora* con 28 individuos y *Nephelium lapaaceum* (Sapindaceae) con 20 individuos; en el cacaotal con especies arbóreas y musaceas, las especies más abundantes fueron *Cordia alliodora* y *Bactris gasipaes* con 80 y 9 individuos respectivamente; en el cacaotal con estrato simple, la especie más abundante fue *Cordia alliodora* con 80 individuos (Anexo 6).

Los hábitats fueron significativamente diferente en el número familias ( $F_{4, 30} = 60.31$ ;  $P = 0.0001$ ), géneros ( $F_{4, 30} = 69.88$ ;  $P = 0.0001$ ), especies ( $F_{4, 30} = 151.21$ ;  $P = 0.0001$ ) y total de individuos ( $F_{4, 30} = 28.66$ ;  $P = 0.0001$ ). El bosque presentó los más altos promedios para todas las variables. Entre los cacaotales, el cacao multi-estratificado tuvo mayor número promedio de familias, géneros y especies; el cacao con estrato simple presentó los promedios más bajos para las variables familias, géneros y especies. El promedio de individuos fue igual entre los cuatro tipos de cacaotales (Cuadro 2) y (Figura 3).

El bosque, el cacao multi-estratificado, el cacao con especies arbóreas y frutales y el cacao con especies arbóreas y musaceas fueron altamente heterogéneos (coeficiente de mezcla entre 1:3 y 1:7); el cacao con estrato simple fue menos heterogéneo con un coeficiente de mezcla de 1:42.

El índice de diversidad de Shannon mostró diferencias estadísticas ( $F_{4, 30} = 151.21$ ;  $P = 0.0001$ ) entre los hábitats estudiados. La mayor diversidad promedio correspondió al bosque y la más baja diversidad a cacao con estrato simple. Entre los cacaotales, el cacao multi-estratificado presentó mayor diversidad y equitabilidad que las demás tipologías de cacaotales. El cacao con estrato simple fue diferente de los demás hábitats en el índice de equitabilidad de Shannon ( $F_{4, 30} = 7.40$ ;  $P = 0.0001$ ), con un valor muy bajo (0.2) debido a que en este hábitat, en varias parcelas solo se registró el laurel (Cuadro 2); las abundancias relativas de las distintas especies en los cuatro hábitats restantes son semejantes, con valores cercanos a uno (Figura 4).

Cuadro 2. Promedios ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (s.d.) del número de familias, géneros, especies y total de individuos ( $DAP \geq 10$  cm) por hábitat ( $n = 7$  parcelas/hábitat, área =  $1000 \text{ m}^2/\text{parcela}$ ); índices de diversidad (H) y equitabilidad ( $E'$ ) de Shannon. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple. Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas

Variables	Bosque		CME		CCF		CCM		CES	
	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
Familias	19.7 a	4.6	7.8 b	2.1	5.8 b	1.2	4.1 bc	1.4	1.2 c	0.5
Géneros	26.1 a	6.1	9.0 b	2.2	6.2 b	1.6	4.1 bc	1.8	1.2 c	0.5
Especies	30.7 a	4.4	9.1 b	2.1	6.7 bc	2.2	4.1 cd	1.8	1.2 d	0.5
Individuos	56.2 a	17.6	14.8 b	3.8	15.5 b	7.2	16.2 b	6.0	12.0 b	4.3
H	3.0 a	0.22	1.9 b	0.41	1.7 b	0.30	0.9 c	0.53	0.1 d	0.20
$E'$	0.8 a	0.06	0.8 a	0.11	0.9 a	0.06	0.6 a	0.25	0.2 b	0.29

En general, la similitud entre los hábitats en términos de composición florística fue baja, con valores entre 0.01 y 0.036. Cacao multi-estratificado, cacao con especies arbóreas y frutales y cacao con especies arbóreas y musaceas fueron los más similares entre sí (con valores entre 0.31 – 0.36). El valor más bajo de similitud (0.01) se halló al comparar el bosque con el cacao con estrato simple (Cuadro 3)

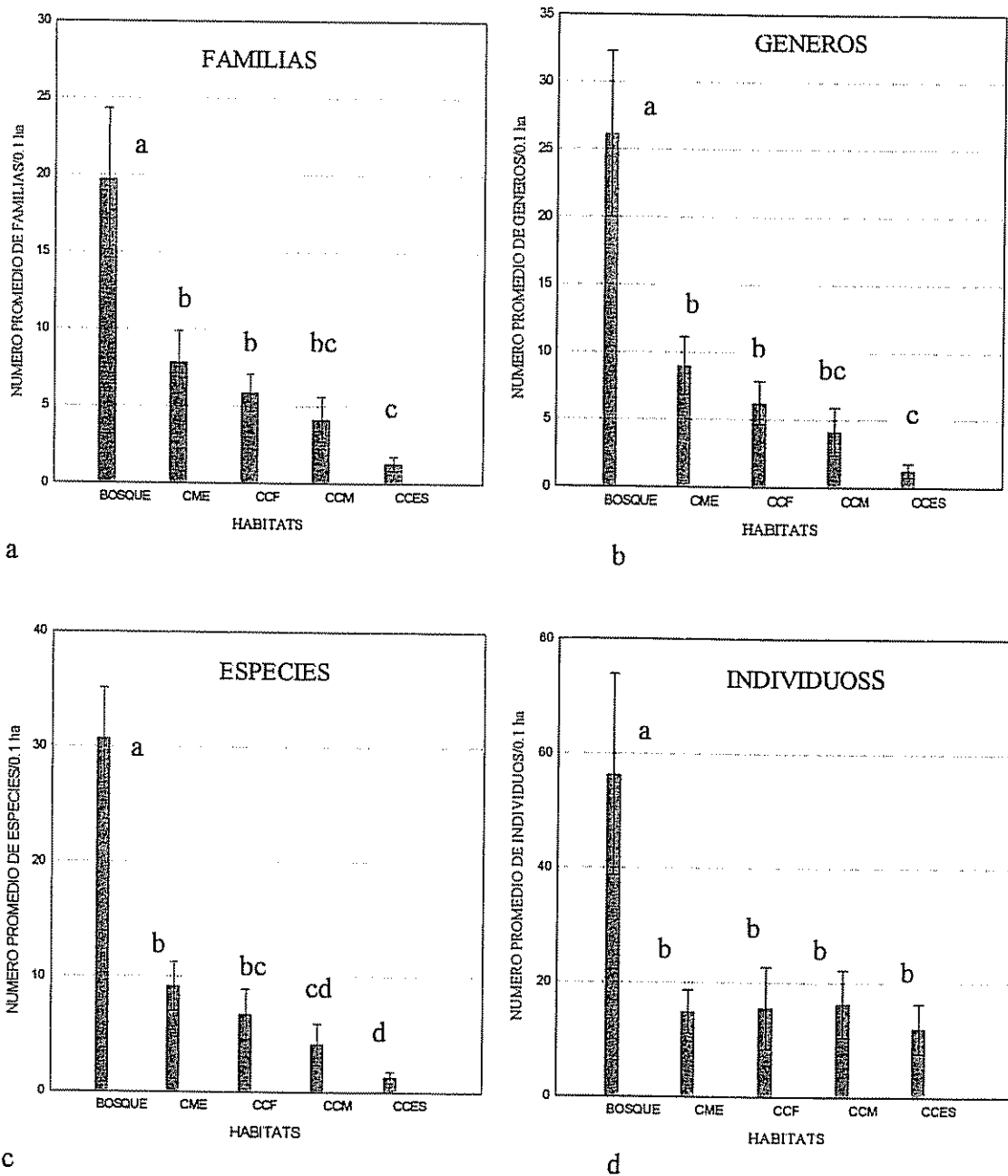


Figura 3. Promedios y desviación estándar del número de familias (a), géneros (b), especies (c) e individuos (d) por hábitat (n = 7 parcelas / hábitat). CME = cacao multiestratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CCES = cacao con estrato simple.



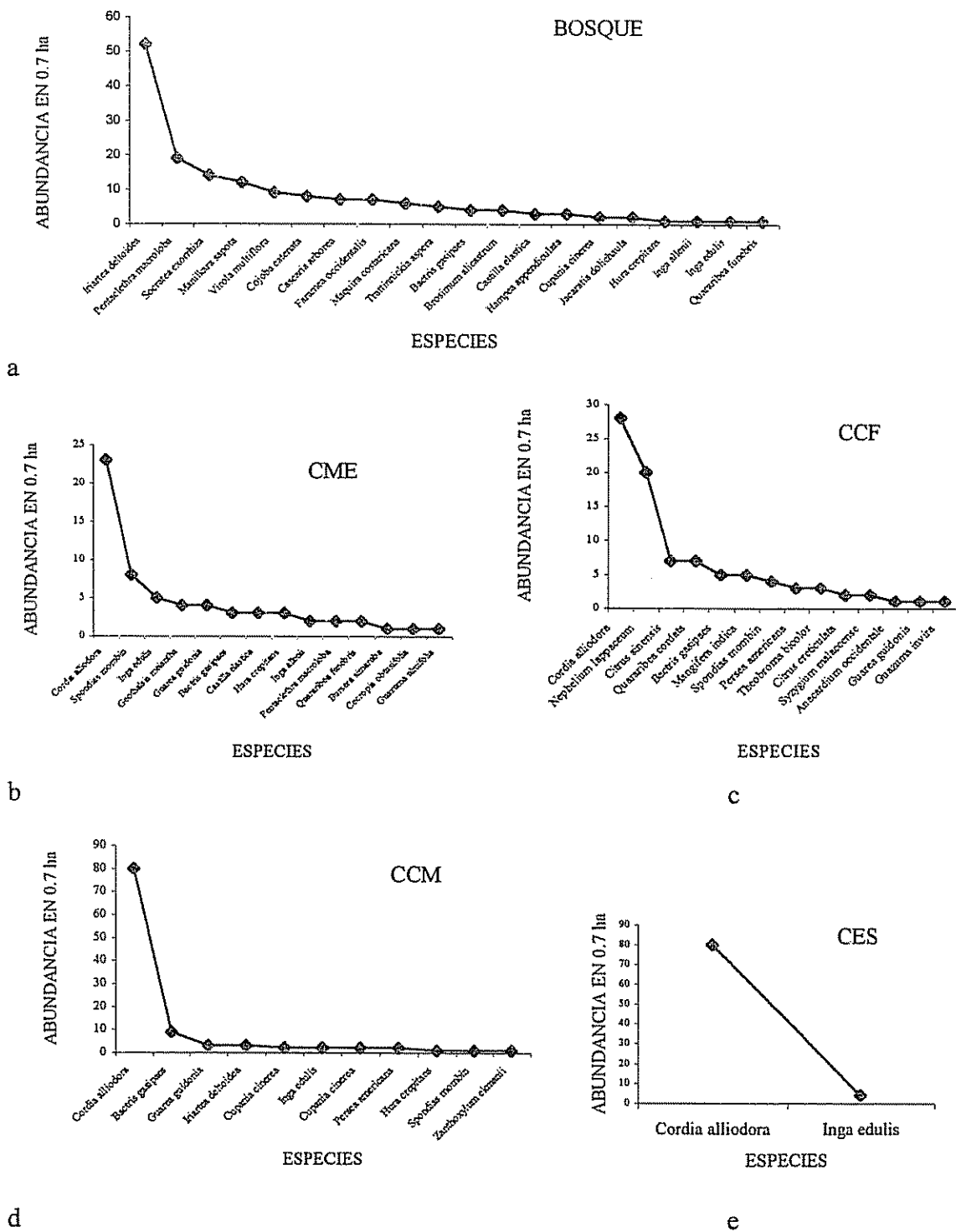


Figura 4. Distribución rango-abundancia de las especies de plantas (DAP  $\geq$  10cm) registradas en el bosque (a), cacao multi-estratificado (b), cacao con especies arbóreas y frutales (c), cacao con especies arbóreas y musaceas (d) y cacao con estrato simple (e).

Cuadro 3 Índice de similitud de Sørensen entre el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple

Hábitat	Bosque	CME	CCF	CCM	CES
Bosque	-				
CME	0.21	-			
CCF	0.06	0.31	-		
CCM	0.09	0.36	0.32	-	
CES	0.01	0.10	0.14	0.21	-

Relativamente pocas especies fueron compartidas entre los hábitats; de 149 especies encontradas en el bosque, 20 se registraron en cacao multi-estratificado, cuatro en cacao con especies arbóreas y frutales, ocho en cacao con especies arbóreas y musaceas, y uno en cacao con estrato simple. De las 38 especies encontradas en los cuatro tipos de cacaotales, dos especies (*Inga edulis* y *Cordia alliodora*) fueron comunes en los cuatro hábitats. *Inga edulis* fue la única especie que se registró en los cinco hábitats (Figura 5)

La curva de acumulación de especies indica que, en el caso del bosque, la probabilidad de encontrar una especie nueva crece con la intensidad de muestreo hasta 0.6 ha y a partir de este punto tiende a disminuir (Figura 6). Para el cacao multi-estratificado, cacao con especies arbóreas y frutales y cacao con especies arbóreas y musaceas, el aumento del esfuerzo de muestreo provee bajas probabilidades de agregar una nueva especie, aunque la curva no consigue estabilizarse. En cacao con estrato simple, la probabilidad de encontrar una nueva especie, se consigue a partir de 0.5 ha, pero la probabilidad no es significativa.

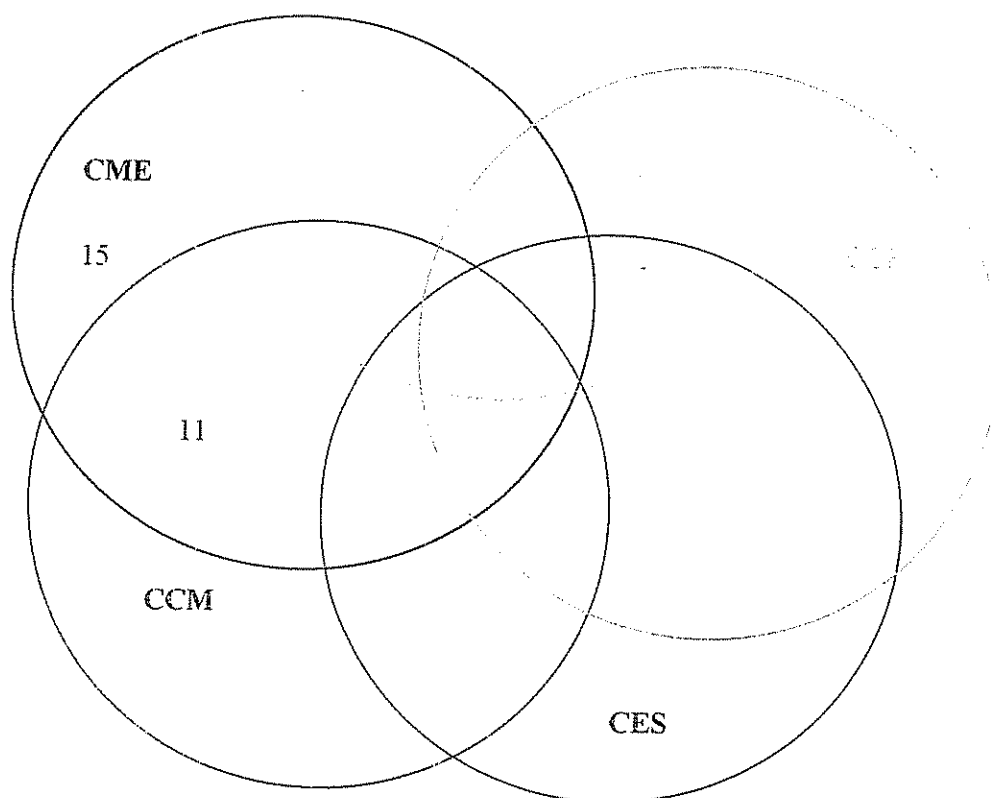
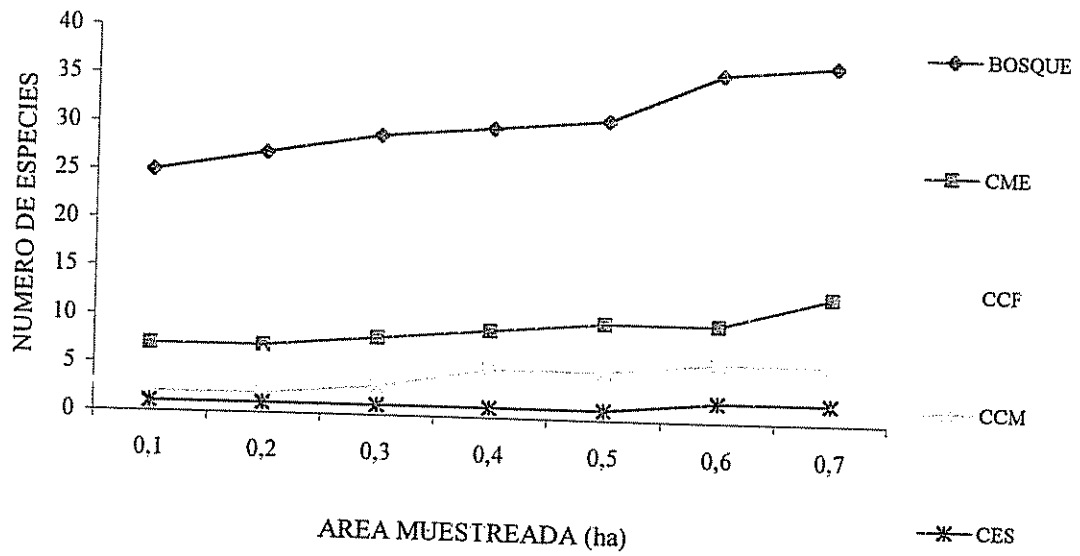
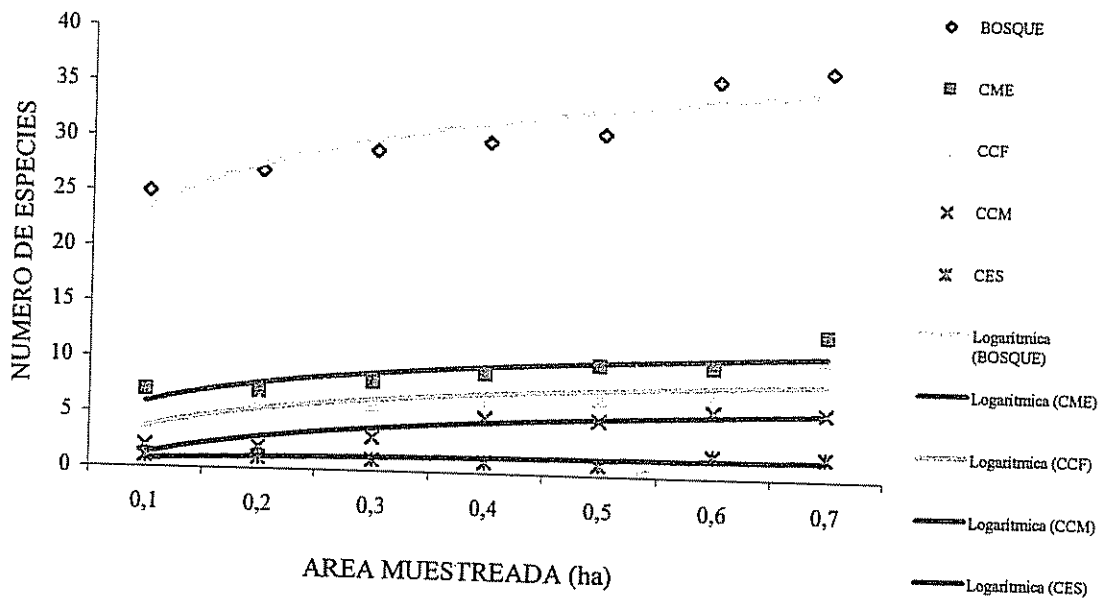


Figura 5. Número de especies compartidas entre el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple.



a



b

Figura 6. Curvas de acumulación de especies observadas (a) y ajustadas (b) para intervalos de muestreo de 0.1 ha en bosques y cacaotales de Talamanca, Costa Rica. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple.

### 3.3.2. Estructura Horizontal

#### 3.3.2.1. Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el bosque, las especies con mayores Índices de Valor de Importancia (IVI) fueron *Pentaclethra macroloba* (20.12) e *Iriartea deltoidea* (18.68); en los demás hábitats se destacó *Cordia alliodora* con IVI de 42.43, 71.44, 171.76 y 269.54 en cacao multi-estratificado, cacao con frutales, cacao con musaceas y cacao con estrato simple, respectivamente (Cuadro 4). El IVI de cada especie por hábitat se presenta en el Anexo 7.

Cuadro 4 Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies más abundantes (DAP $\geq$ 10 cm) en el bosque y en varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple

Familia	Especies	Bosque	CME	CCF	CCM	CES
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	1.74	4.74	9.94	24.00	-
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	-	42.43	71.44	171.76	269.54
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	18.68	2.65	-	7.24	-
Fabaceae/Mim	<i>Pentaclethra macroloba</i>	20.12	6.92	-	-	-
Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i>	-	-	34.67	-	-
	<b>Subtotal</b>	<b>40.54</b>	<b>56.74</b>	<b>116.05</b>	<b>203.00</b>	<b>269.54</b>
	Otras especies	259.46	243.26	183.95	97.00	30.46
	<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

### 3.3.2.2. Distribución Diamétrica, Área Basal y Número de Árboles por Hectárea

A excepción del cacao con estrato simple, la mayor cantidad de individuos se concentraron en la clase diamétrica 10 - 20 cm. El cacao con estructura simple contenía más individuos en la clase diamétrica 20 - 30 cm. El bosque presentó el valor más alto del DAP máximo y el cacao con especies arbóreas y musaceas el valor más bajo. Según el análisis de varianza ( $F_{4, 30} = 2.73$ ;  $P = 0.047$ ), el diámetro promedio más bajo presentó el cacao con estrato simple (Cuadro 5). El bosque presentó los más altos promedios de número de árboles ( $F_{4, 30} = 29.22$ ;  $P = 0.0001$ ) y área basal ( $F_{4, 30} = 15.08$ ;  $P = 0.0001$ ) por hectárea. Entre los tipos de cacaotales no se observaron diferencias, para estas dos variables mencionadas.

Cuadro 5. Número de individuos por clase diamétrica y total por hectárea, DAP máximo y promedio (cm), y área basal promedio ( $m^2/ha$ ) en el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple. Los valores en paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas.

DAP y AB	Bosque	CME	CCF	CCM	CES
10-20	342	52	62	90	33
20-30	94	30	43	44	53
30-40	50	20	16	17	10
40-50	23	16	18	6	9
50-60	13	10	9	5	14
> 60	40	20	7	0	1
Árboles/ha	562 a (17.5)	148 b (3.8)	155 b (7.2)	162 b (6.0)	120 b (4.3)
DAP Máximo	180	150	82	60	65
DAP Promedio	25.9 ab (3.6)	39.0 a (16.4)	29.4 ab (6.8)	23.2 b (5.6)	31.2 ab (10.3)
Área basal	51.6 a (19.9)	25.6 b (17.0)	12.8 b (4.4)	8.1 b (4.6)	9.3 b (3.8)

### 3.3.3. Estructura Vertical

El 45% de los individuos presentes en el bosque y cacaotales midieron entre 10 –20 m de altura. Según el análisis de varianza para la variable altura ( $F_{4, 30} = 7.40$ ;  $P = 0.0003$ ), el cacao con estrato simple fue diferente a los demás tipos de cacaotales y al bosque, con mayor altura promedio (Cuadro 6).

Cuadro 6 Número de individuos por hectárea por clase de altura, altura mínima, máxima y promedios en el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica (área = 1 ha). CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple. Los valores en paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística.

Alturas (m)	Bosque	CME	CCF	CCM	CES
0-10	137	19	49	27	0
10-20	285	62	58	82	36
20-30	104	51	41	43	57
> 30	36	16	7	10	27
<b>Total</b>	<b>562</b>	<b>148</b>	<b>155</b>	<b>162</b>	<b>120</b>
Mínimo	3.5	7	7	6	12
Máximo	45	40	38	35	38
Promedio	16.74 b (2.7)	19.8 b (2.9)	16.93 b (2.8)	17.54 b (3.9)	25.47 a (4.8)

### 3.3.4. Cacao, Banano y Frutales

La densidad promedio del cacao varió entre 376 plantas/ha en cacao con musaceas y 556 en cacao con estrato simple en cacao con especies arbóreas y frutales, 376 en cacao con especies arbóreas y musaceas, y 556 en cacao con estrato simple. El cacao con especies arbóreas y musaceas presentó el más bajo promedio de densidad de cacao ( $F_{4, 30} = 6.66$ ;  $P = 0.002$ ) con 380 plantas/ha. El promedio de plantas de banano (en el cacao con especies arbóreas y musaceas) fue de 360 pseudotallos/ha.

Las 12 especies frutales registradas en los bosques y cacaotales fueron: aguacate (*Persea americana*), caimito (*Chrysophyllum brenesii*), jovo (*Spondias mombin*), mamón chino, (*Nephelium lappaceum*), mandarina (*Citrus reticulata*), Mango (*Mangifera indica*), manzana de agua (*Syzygium malaccense*), marañón (*Anacardium occidentale*), naranja (*Citrus sinensis*), pataste (*Theobroma bicolor*), zapote (*Pouteria sapota*) y zapote colombiano (*Quararibea cordata*) (Cuadro 7) *Nephelium lappaceum* fue la especie frutal más abundante (20 plantas), *Anacardium. occidentale* fue la especie con un solo individuo

Cuadro 7 Número total de individuos de especies frutales registrados en bosques y cacaotales de Talamanca, Costa Rica

Especie	Nombre común	Cantidad
<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	1
<i>Chrysophyllum brenesi</i>	Caimito	2
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	2
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	7
<i>Mangifera indica</i>	Mango	6
<i>Nephelium lappaceum</i>	Mammon chino	20
<i>Persea americana</i>	Aguacate	5
<i>Pouteria sapota</i>	Zapote	2
<i>Quararibea cordata</i>	Zapote colombiano	7
<i>Sòndias mombin</i>	Jovo	13
<i>Syzygium malaccense</i>	Manzana de agua	2
<i>Theobroma bicolor</i>	Pataste	3

### 3.3.5. Preferencias de hábitat y usos de las especies

En las 35 fincas se encontraron 41 especies que son típicas del bosque primario y 162 que son características del bosque secundario; 66 producían frutos para el consumo de la fauna y 23 para el consumo humano (Anexo 8) El bosque presentó los promedios del número de especies más altos para las especies típicas de bosques primarios ( $F_{4, 30} = 15.08$ ;  $P =$



0.0001), especies típicas de bosques secundarios ( $F_{4, 30} = 111.65$ ;  $P = 0.0001$ ) y especies que producen frutos para la fauna ( $F_{4, 30} = 36.13$ ;  $P = 0.0001$ ). El promedio de especies que producen frutos para el consumo humano no presentó diferencias significativas ( $F_{4, 30} = 2.69$ ;  $P = 0.05$ ) entre los hábitats (Cuadro 8)

El promedio del número de individuos de las especies típicas del bosque primario ( $F_{4, 30} = 3.64$ ;  $P = 0.0156$ ) y especies que producen frutos para la fauna ( $F_{4, 30} = 26.34$ ;  $P = 0.0001$ ) fue mayor en el bosque; mientras que el promedio del número de individuos de las especies típicas del bosque secundario ( $F_{4, 30} = 2.65$ ;  $P = 0.0528$ ) y especies que producen frutos para el consumo humano ( $F_{4, 30} = 1.95$ ;  $P = 0.1286$ ) no presentaron diferencias estadísticas entre los hábitats

Cuadro 8. Promedios del número de especies e individuos ( $DAP \geq 10$  cm) por preferencias de hábitat y clase de fruto que producen ( $n = 7$  parcelas/hábitat, área = 1000 m<sup>2</sup>/parcela). CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple

Variables		Bosque	CME	CCF	CCM	CES
Especies	Típica de bosque primario	5.4 a	0.4 b	0 b	0 b	0 b
	Típica de bosque secundario	18.1 a	2.5 b	2.1 b	0.4 b	0 b
	Producen fruto para la fauna	7.0 a	1.4 b	1.2 b	0 b	0 b
	Producen fruto para humanos	0.7 a	0.6 a	1.7 a	0 a	0 a
Individuos	Típica de bosque primario	26.8 a	1.4 b	0 b	0 b	0 b
	Típica de bosque secundario	51.2 a	38.1 a	8.5 a	0.6 a	0 a
	Producen fruto para la fauna	21.7 a	5.4 b	3.7 b	0 b	0 b
	Producen fruto para humanos	6.0 a	3.1 a	8.0 a	0 a	0 a

### 3.3.6. Regeneración Natural

En las parcelas de regeneración natural, se registraron un total de 196 individuos, 100 especies, 78 géneros y 46 familias. En el grupo de plantas con diámetros entre 9 y 5 cm (parcelas de 20 x 5 m), se registró 121 individuos, 70 especies, 55 géneros y 36 familias. En el conjunto de plantas con diámetros menores a 5 cm (parcelas de 5 x 2 m), se encontraron 75 individuos, 53 especies, 45 géneros y 32 familias. En el bosque se registró el mayor número de familias, géneros, especies e individuos en los dos grupos de plantas; en el cacao con estrato simple la regeneración fue nula (Cuadro 9). En el Anexo 9 se presenta el listado de las especies registradas en cada grupo.

Cuadro 9. Número de familias, géneros, especies e individuos en parcelas de 20x5 m ( $D \geq 3 - 10 < \text{cm}$ ) y 5x2 m ( $D < 3 \text{ cm}$ ) para cacaotales y bosque. CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple.

Variables	Bosque		CME		CCF		CCM		CCES		Total	
	20x5	5x2	20x5	2x5	20x5	5x2	20x5	2x5	20x5	5x2	20x5	2x5
Familias	31	27	3	11	3	1	4	2	0	0	<b>36</b>	<b>32</b>
Géneros	51	37	3	11	4	1	4	2	0	0	<b>55</b>	<b>45</b>
Especies	62	41	3	11	4	1	5	2	0	0	<b>70</b>	<b>53</b>
Individuos	104	59	5	12	5	1	7	3	0	0	<b>121</b>	<b>75</b>

### 3.4. DISCUSION

El conocimiento de la diversidad, composición florística y estructura de un determinado ecosistema es primordial para entender los aspectos ecológicos que nos permiten realizar un adecuado plan de manejo y conservación de un ecosistema (Bawa y McDade, 1994; Hooftman, 1998). En este estudio, se encontró que el bosque fue botánicamente más diverso que los cacaotales pero similar en cuanto a la estructura, convirtiéndolos en sistema agrícola capaz de albergar una alta diversidad de especies de mamíferos, aves e insectos (Alves, 1990; Johns, 1999; Lestón, 1970; Rice y Greenberg, 2000)

El número de especies registrados en el bosque (149) fue cinco veces superior al número de las especies (56) halladas en los cuatro tipos de cacaotales en conjunto. Entre los tipos de cacaotales, el cacao multi-estratificado fue más diverso que el cacao con especies arbóreas y musaceas y el cacao con estrato simple. Sin embargo, estructuralmente los cacaotales fueron semejantes entre sí. El número de especies registradas en el bosque en el presente estudio fue superior al número de especies (106) encontradas por Cascante y Estrada (2001) en 3 ha muestreadas, al número de especies (97) registradas por Orozco y Camacho (1997) en 10 ha muestreadas, al número de especies (80) reportadas por Guiracocha (2000) en bosques de la zona en 0.5 ha de muestreo, y al número de especies (53) halladas por Escobar *et al.* (1982) en 3 ha muestreadas en un bosque subtropical de Colombia, pero fue inferior al número de especies (188) reportados por Valverde (1998) en 3.4 ha muestreadas en un bosque de 110 ha en Buena Vista, Talamanca

El número de especies encontrados en los cacaotales en esta investigación (56) fue superior al número de especies (35) reportados por Guiracocha (2000) en los cacaotales de la misma zona, y al número de especies (26) registradas en plantaciones de cacao en Côte d' Ivoire, Africa (Herzog, 1994).

En el aspecto taxonómico, la familia más característica según el número de especies fue Fabaceae/Mimosoideae que compartió los cinco hábitats; la presencia de la Fabaceae/Mimosoidea en los cinco hábitat se debe a que la guaba (*Inga sp*) es muy

utilizadas como sombra de cacaotales. Lauraceae y Moraceae se encontraron en cuatro de los cinco hábitats. Guiracocha (2000) reporta en su trabajo las familias Fabaceae/Mimosoideae, Moraceae y Sapotaceae como las más significativas; igualmente, Valverde (1998) indica a la familia Fabaceae/Mimosoideae, como la más diversa. También Escobar *et al.* (1982) mencionan a Fabaceae/Mimosoideae como una de las familias que caracterizan el bosque de Yotoco, Colombia

*Pentaclethra macroloba* e *Iriartea deltoidea* son las especies que definen la estructura florística del bosque; en el primer caso (*P. macroloba*) se debe al tamaño de los individuos y en el segundo (*I. deltoidea*) a su abundancia. Valverde, (1998) y Lieberman *et al.*, (1990) señalan a estas dos especies como las más importantes en los bosques de Buena Vista, Talamanca y en el bosque de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica respectivamente. *Cordia alliodora* fue la especie con el IVI más alto en los cuatro tipos de cacaotales; su importancia esta determinada, mayormente, por la frecuencia. En otro estudio de la zona (Guiracocha, 2000), encontró que *C. alliodora* fue la especie con IVI más alto en cacaotales y bananales. Las especies con el IVI más alto no son comunes entre los hábitats estudiados, confirmando así la diferencia que existe en la composición florística.

La relación entre la diversidad de fauna y la complejidad de la estructura de la vegetación en los ecosistemas naturales ha sido reportado por Augusto (1983) y Cork y Catling (1996). En este estudio, a pesar de que el bosque tiene una mayor densidad que los cacaotales, la distribución diamétrica y de alturas así como los diámetros y alturas promedios son muy similares. Estos resultados coinciden con lo señalado por Guiracocha (2000)

Un buen número de especies registradas en la regeneración natural no fueron encontrados en la población adulta y viceversa. De las 186 especies (con DAP  $\geq 10$  cm) registradas en las parcelas de 50 x 20 m, solamente 57 especies fueron halladas en las parcelas de regeneración; las 43 especies restantes fueron únicas en las parcelas de regeneración. El número de especies y de individuos de la regeneración natural encontrados en el presente estudio fue mayor a los señalados por (Guiracocha, 2000), especialmente en el bosque

### 3.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El bosque presentó mayor riqueza y abundancia florística que los cacaotales. Sin embargo, la estructura vertical y horizontal fueron muy similares a la de los bosques.

El cacao multi-estratificado presentó la mayor riqueza de especies. Sin embargo, la densidad de árboles fue similar. El cacao con estrato tuvo menos afinidad con el resto de las tipologías de cacaotales.

Las especies dominantes en el bosque fueron el gavián (*Pentaclethra macroloba*) y palma dulce (*Iriatea deltoidea*). En los cacaotales la especie dominante fue el laurel (*Cordia alliodora*). El bosque presentó mayor regeneración natural que los cacaotales; muchas de las especies de regeneración natural son diferentes a las especies adultas tanto en el bosque como en los cacaotales.

Para que la densidad y diversidad de especies arbóreas se mantenga, se recomienda realizar prácticas culturales que favorezcan a la regeneración natural en los cacaotales.

### 3.6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alves, MC. 1990. The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic Forest of Sourthen Bahia, Brasil. Ms. Thesis Univ of Florida. Gainesville, Florida
- Augusto, P. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities *Ecology* 64 (6): 1495 – 1507.
- Bawa, KS; McDade, L. 1994. The plant community: composition, dynamics and life-history processes. Commentary *In* McDade, L; Bawa, KS; Hespeneide, HA; Hartshorn, GS. eds. *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. The University of Chicago, Chicago Illinois, USA. 68 p.
- Beer, J. 1999. *Theobroma cacao*: un cultivo “agroforestal”. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 4
- Borge, C; Villalobos, V. 1995. *Talamanca en la encrucijada*. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 121 p
- Borge, C; Castillo, R V. 1997. *Cultura y conservación en la Talamanca indígena*. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 259 p
- Bryant, D; Nielsen, D; Tampley, L. 1997. *The last frontier forest: ecosystems and economics on the edge*. World Resuorces Institute, Washington, DC. 12 p
- Cascante, AM; Estrada, AC. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo Premontano en el Valle Central de Costa Rica *Revista de Biología Tropical* 49 (1): 213 – 225).
- Cork, SJ; Catling, PC. 1996. Modeling distributions of arboreal and ground-dwelling mammals in relation to climate, nutrients, plant chemical defenses and vegetation

structure in the eucalypt forest of southeastern Australia, *Forest Ecology and Management* 85: 163 – 175

- Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biodiversity in tropical forest areas. *Methods for establishment and inventory of permanent plots*. París, Francia, Unesco. 71 p.
- Escobar R, DM; Calderón G, HF; Domínguez V, CE; Orozco P, R; Velasco L, M; Escobar M, E. 1982. Análisis estructural y de la regeneración natural de la reserva forestal de Yotoco – Valle. *Acta Agronómica* 32: 21 – 31.
- Estrada, A; Coates-Estrada, R; Meritt jr, D; Montiel, S; Curiel, D. 1993. Patterns of frugivore species richness and abundance in forest island and in agricultural habitats at Las Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 107/108: 245 – 257.
- Foster, R; Hubell, P. 1990. The floristic composition of the Barro Colorado Island Forest. *In* Gentry, A. ed. *Four Neotropical rain forest*. New York, University of Yale. 627 p.
- Gallina, S; Mandujano, S; Gonzalez R, A. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantation of central Veracruz, México. *Agroforestry Systems* 33: 13 – 27.
- Guiracocha, G. 2000. Conservación de la biodiversidad en los sistemas agroforestales cacaoteros y bananeros de Talamanca, Costa Rica. Thesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.
- Guiracocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8 (8): 7 – 11.
- Hartshorn, G; Hammel, B. 1994. Vegetation types and floristic patterns. *In* McDade, L. ed. *La Selva. Ecological and natural history of a Neotropical rain forest*. Univ. Chicago Press. 486 p.

- Herzog, F. 1994. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry Systems* 27: 259 – 267
- Hooftman, DA. 1998. Generic composition, structure and diversity of secondary forest at Amisconde, the pacific slope of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46 (4): 1069 – 1079
- Johns, N. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management* 23 (1): 31 – 47.
- Johnson, DV; Nair, PKR. 1985. Perennial crop-based agroforestry systems in Northern Brazil. *Agroforestry Systems* 2: 281 – 292.
- Kapp, GB. 1989. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 97 p. (Serie Técnica Informe Técnico no 155)
- Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de bosques tropicales. *Acta Agronómica* 13 (2): 57 – 65
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura de los trópicos*. Alemania, GTZ. 335 p
- Leston, D. 1970. Entomology of the cocoa farm. *Annual Review of Entomology* 15: 273 – 294.
- Lieberman, D; Hartshorn, M; Lieberman, M; Peralta, R. 1990. Forest dynamics at La Selva Biological Station. *In* Gentry, A. ed. *Four Neotropical rain forest*. New York, Univ. of Yale. 627 p.
- Louzada C, JN; De Souza O, FF. 1999. Ecología de paisagens tropicais: fragmentação de ecossistemas e a conservação de espécies de Scarabaeidae. *In* IV Reunión Latinoamericana da Scarabaeoidologia (1999, Viçosa, MG, Brasil) 1999



Memorias Eds F Vaz-de- Mello; L Oliveira; J Louzada; J Salvadori; F escobar  
Londrina, Brasil p 135 – 140

- Martí D, C; Badía V, D. 2000. Análisis estructural y funcional de dos arbustos del matorral mediterráneo semiárido: *Cistus chusii* (D ) y *Cistus albidus* (L ). *Geórgica* 7: 29-39
- McNeely, JA. 1995. How traditional agro-ecosystems can contribute to conserving biodiversity. *In* Halladay, P; Gilmour, DA Eds. 1995. Conserving biodiversity outside protected areas. The role of traditional agro-ecosystems. Gland, Switzerland, UICN. 229 p.
- Michon, G; Bompard, J; Hecketsweiler, P; Ducatillion, C. 1983. Tropical Forest architectural analysis as applied to agroforests in the humid tropics: The example of traditional village-agroforests in West Java. *Agroforestry Systems* 1 (2): 117 – 129.
- Muller-Dombois, D; Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, USA, Wiley. 574 p.
- Nepstand, DC; Moutinho, P; Viera C; Cardoso, J. 1996. The ecological importance of forest remnants in an eastern Amazonian frontier landscape. *In* Schelhas, J; Greenberg, R. eds. Forest patches in tropical landscapes. Island Pres, USA. 48 p.
- Noble, IR; Dirzo, R. 1997. Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277:552-525
- Orozco V, L; Camacho C, M. 1997. Cambios estructurales y florísticos en el bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 6 (19): 33 – 37.
- Peacock, JM. Ed. 1995. Dryland biodiversity. *In* Workshop Dryland biodiversity conservation through natural resource management (1995, Amman, Jordan) 1995 Proceedings. ICARDA, Aleppo (Siria). Amman, Jordan 64 p.

- Perfecto, I; Rice, RA; Greenberg, R; Van der Voor, ME. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46 (8): 598 – 608
- Phillips, EA. 1959. *Methods of vegetation study*. Henry Holt, New York, USA. 257 p.
- Pimentel, D; Stachow, E; Takacs, DA; Brubaker, HW; Dumas, AR; Meaney, JJ; O'niel, JS; Onsi, DE; Corzilius, DB. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience* 42: 354 – 362
- Rao, C C. 1965. Ecological studies on a piece of watershed land. *Tropical Ecology* 5: 124 – 132
- Reitsma, R; Parrish, JD; McLaren, W. 2001. The role of cocoa plantations in maintaining avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 185 – 193
- Rice, RA; Greenberg, R. 2000. Cacao Cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29 (3): 167 – 173
- Stamps, WT; Linit, MJ. 1998. Plant diversity and arthropod communities: Implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 39 (1): 73-89
- Swift, MS; Vandermeer, J; Ramakrishna, PS; Anderson, JM; Ong, CK; Hawkins, BA. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. HA Mooney et al (eds). *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. J. Wiley and Son, N Y, pp 261 – 198
- Thiollay, JM. 1995. The role of traditional agroforest in the conservation of rain forest bird diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9: 335 – 353
- Toky P, OM; Kumar, P; Khosla K, P. 1989. Structure and function of traditional agroforestry systems in the western Himalaya. I. Biomass and productivity. *Agroforestry Systems* 9: 47 – 70

- Valverde, O. 1998. Estructura forestal y patrones florísticos de dos bosques tropicales húmedos de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Brenesia* 49-50: 39 – 60
- Vega, L. 1966. Observaciones ecológicas sobre los bosques de roble de la sierra Boyacá, Colombia. *Turrialba* 16 (3): 286 – 296.
- Vega, L. 1968. Estructura del bosque húmedo tropical del Carare, Colombia. *Turrialba* 18 (4): 416 – 434
- Viana, V; Tabanez, A. 1996. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. *In* Schelhas, J; Greenberg, R. eds. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Pres, USA. 48 p.

## 4. ARTICULO II

### **Diversidad de Escarabajos Estiercoleros en el Bosque y en varios Tipos de Cacaotales con diferente Estructura y Composición Florística, Talamanca, Costa Rica.**

**Palabras claves:** abundancia, agroforestería, biodiversidad, especies indicadoras, Scarabaeidae, *Theobroma cacao*, trampas, riqueza

#### **4.1. Introducción**

La mayor pérdida de la biodiversidad mundial está ocurriendo en los trópicos como resultado de la conversión de bosques en tierras agrícolas y pastos (Myers, 1984; Peacock, 1995). Las prácticas agrícolas han simplificado y fragmentado el paisaje (Fournier y Loreau, 2001), produciendo cambios en el microclima y modificando los procesos ecológicos (Davis, 1994).

Los sistemas agroforestales, como los cafetales y cacaotales con sombra, ofrecen una promisoriosa esperanza en la conservación de la biodiversidad (Alves, 1990; Klein *et al.*, 2002; Noble y Dirzo, 1997; Thiolay, 1995), ya que por su alta diversidad vegetal y estructura compleja, ofrecen una diversidad de hábitats, funcionan como zonas de amortiguamiento y sirven de corredores para la fauna en los paisajes fragmentados (Estrada *et al.*, 1993; Perfecto *et al.*, 1996; Rice y Greenberg, 2000; Stamps y Linit, 1998)

En América Central y el Caribe, el cacao se cultiva bajo sombra (Morera, 1996), en sistemas multi-estratos muy diversos que incluyen árboles de servicio, maderables, frutales y otras especies espontáneas o residuales del bosque original (Beer, 1999). En Talamanca, Costa Rica, los cacaotales establecidos bajo sistema agroforestal constituyen una alternativa para la conservación de la biodiversidad, debido a que se encuentran dentro la zona de reserva y se encuentran cerca de los parches de bosques remanentes (Parrish, *et al.*, 1999)

Los artrópodos han sido uno de los grupos más utilizados como indicadores de la desaparición de especies o pérdida de la diversidad biológica en los fragmentos de bosques (Kremen *et al* , 1993) Los escarabajos pueden ser utilizados en estudios de inventarios de riqueza de especies a corto plazo o para evaluar impactos de fragmentación debido a su sensibilidad a las perturbaciones, dependencia con organismos que son afectados por la fragmentación del bosque y facilidad de captura e identificación (Klein, 1989; Halffter *et al* , 1992; Lopera, 1996) Los estudios comparativos de los efectos de la intervención humana sobre la biodiversidad pueden proveer datos útiles para la toma de decisiones en el manejo de estos sistemas (Roth *et al.* , 1994) En este documento se analiza el efecto de la diversidad y estructura de la vegetación sobre la diversidad de los escarabajos en bosques y en cacaotales con diferente estructura y composición florística.

## **4.2. Materiales y Métodos**

### **4.2.1. Localización del proyecto**

La investigación se realizó en las reservas indígenas Bribri y Cabécar, al sudeste de Costa Rica, en el distrito Bratsi, cantón Talamanca, provincia de Limón, ubicada entre las coordenadas geográficas 9°00' y 9°50', 82°35' y 83°05' Oeste. En la zona se distinguen dos unidades de paisaje: el valle, constituido por la coalescencia de abanicos aluviales de los ríos Telire, Larí, Uren y Yorkín, y las laderas, conformadas por materiales sedimentarios y rocas intrusivas. Los suelos en el valle son Typic Troorthent, en la mayoría, de origen volcánico y de textura arenosa. En la ladera los suelos son Oxic Palehumults y Aeric Tropaquepts (Kapp, 1989; Borge y Castillo, 1997) La altitud sobre el nivel del mar varía entre 40 y 150 m en el valle y de 150 a 400 m en la ladera.

El clima es tropical húmedo, con una precipitación anual de 2800 mm en el valle y aumenta hasta los 6400 mm a elevaciones entre 500 – 1000. La zona presenta dos regímenes de precipitación: una estación lluviosa que se extiende mayo a diciembre con casi el 75% del total de precipitación anual, y otra estación menos lluviosa entre enero y abril (Borge y Villalobos, 1995). La temperatura media anual en el valle es de 25,6° C, con máximas de

30,5° C y mínimas de 20,4° C. La zona presenta un promedio de 4,5 horas luz/día y una radiación promedio de 15 Mj/m<sup>2</sup>/día (Kapp, 1989) Las principales zonas de vida son el Bosque muy húmedo transición a Premontano, el Bosque húmedo tropical y el Bosque muy húmedo Premontano transición a basal (Kapp, 1989; Borge y Castillo, 19997). La topografía del valle es plana cóncava y plano ondulada con pendientes inferiores al 13 % (Kapp, 1989; Borge y Villalobos, 1995)

#### 4.2.2. Metodología

##### Tratamientos

El muestreo de escarabajos se realizó en las mismas fincas donde se realizó el muestreo de la vegetación, en las cuatro tipologías de cacaotales y el bosque, a razón de siete fincas por hábitat (35 fincas en total). La metodología para la selección de las fincas se indica en el primer artículo. Estas fincas estaban ubicadas en las comunidades de Watsi, Tsuiri, Amubri, Cachabri, Sibuju, San Miguel y San Vicente. Las distancias de un hábitat a otro fue muy variable, desde 0.5 a más de 10 Km. Los hábitats estudiados fueron los siguientes:

- 1 Cacao multi-estratificado: este tipo de cacaotal tiene más de tres especies de árboles remanentes del bosque natural o de la regeneración natural, tales como guácimo blanco (*Geothalsia meiantha*), jabillo (*Hura crepitans*), cola de pava (*Guarea guidonia*), laurel (*Cordia alliodora*), guaba (*Inga* spp.), y especies cultivadas como pejibaye (*Bactris gasipaes*) y aguacate (*Persea americana*). Estos cacaotales presentan un dosel con más de tres estratos y entre 55-60% del área con sombra.

- 2 Cacao con especies arbóreas y frutales: este tipo de cacaotal incluye más de dos especies arbóreas remanentes del bosque natural o de regeneración natural y especies frutales como mamón chino, (*Nephelium lappaceum*), mango (*Mangifera indica*), manzana de agua (*Syzygium malaccense*), naranja (*Citrus sinensis*) y zapote colombiano (*Quararibea cordata*). Estos cacaotales presentan un dosel con más de dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.

3. Cacao con especies arbóreas y musaceas: este tipo de cacaotal posee más de dos especies arbóreas remanentes del bosque natural o especies que se regeneran naturalmente, y especies cultivadas como pejibaye (*Bactris gasipaes*) y aguacate (*Persea americana*), asociadas con musaceas. Estos cacaotales presentan un dosel con más de dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.
4. Cacao con estrato simple: este tipo de cacaotal posee como máximo dos especies de sombra constituida por laurel y guaba ó una de ellas. Estos cacaotales presentan un dosel de uno ó dos estratos y entre 35-40% del área con sombra.
5. Bosque: bosques primarios de baja alteración (25 – 100 años de edad) con una extensión de 3 a 10 ha, en parches dentro de los sistemas agrícolas y separados entre ellos por distancias mayores a 500 m.

#### **4.2.3. Muestreo de escarabajos**

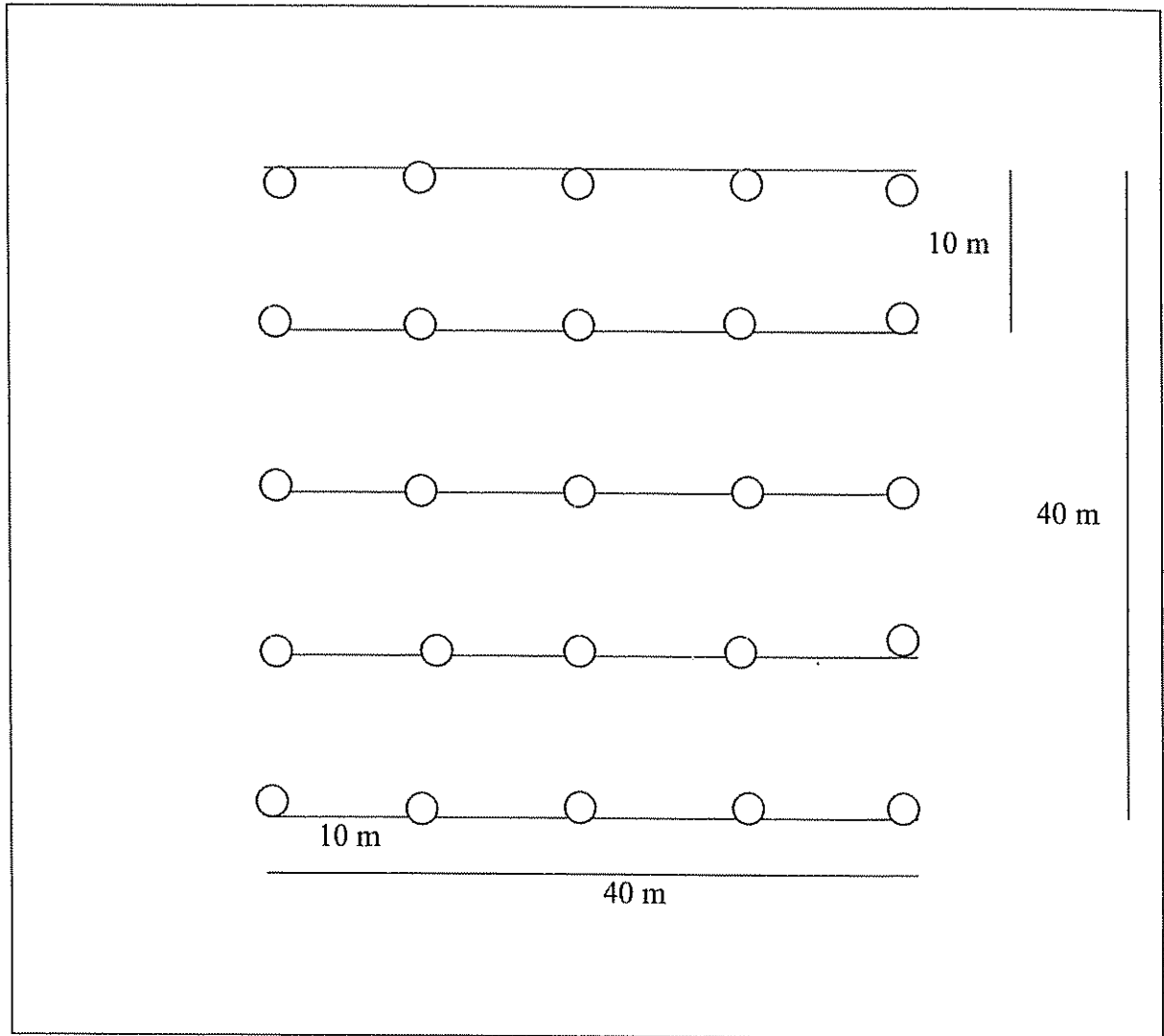
El monitoreo de los escarabajos fue realizado por los 35 finqueros indígenas debidamente capacitados mediante curso-talleres sobre la metodología de monitoreo. El muestreo tomó dos días por mes; en el primer día se colocaron las trampas, y al siguiente día se recolectaron los escarabajos capturados. En los días de la colocación de las trampas y recolección, se visitaron distintas fincas para verificar la aplicación correcta de los métodos y de los materiales. Se capacitó mensualmente a los productores en temas relacionados con el monitoreo y la conservación de la biodiversidad, en el día de recolección y entrega de los escarabajos capturados.

En cada parcela, los finqueros establecieron cinco transectos de 40 m de largo, separados 10 m entre sí. En cada transecto se colocaron 5 trampas, una cada 10 m a lo largo del transecto (Figura 6). Se utilizaron trampas de foso (“pitfall traps”), cebadas con aproximadamente 20g de estiércol de cerdo; se empleó un vaso de plástico de 350cc de capacidad, conteniendo 150cc de agua con detergente, enterrado al nivel del suelo y por encima del vaso, a unos 4 cm del suelo, se colocó un pedazo de malla metálica levantada

sobre el suelo con pequeños trozos de madera, y sobre la malla se puso el estiércol. Finalmente se emplazó un plato de plástico de 15 cm de diámetro como techo para proteger el cebo de la lluvia.

Los escarabajos capturados se recogieron en recipientes con alcohol y luego fueron enviados al Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), ubicada en Heredia, Costa Rica, para su identificación. Los datos presentados en este documento corresponden a las capturas realizadas en los meses de abril, mayo y junio, e incluyen únicamente 25 fincas de las 35 en total, cinco parcelas por cada hábitat. Dos parcelas de cada hábitat fueron descartadas debido a que durante las revisiones, se detectaron fallas metodológicas.





a



b

c

Figura 7. Distribución de trampas para el muestreo de escarabajos (a), proceso de colocación de estiércol sobre la malla (b) y trampa con techo (c).

#### 4.2.4. Análisis de datos

La diversidad de especies, se estimó utilizando el índice de diversidad de Shannon – Weiner  $H = - \sum [(n_i/N) \log (n_i/N)]$ ; donde  $n_i$  es el número de individuos de cada especie y  $N$  es el número total de individuos de todas las especies. El grado de equitabilidad de las especies, entre los hábitats, se estimó por medio del índice de equitabilidad de Shannon. La dominancia de las especies, en los hábitats, se estimó mediante el índice de Berger – Parker  $d = N_{\max} / N$ ; donde  $N_{\max}$  es el número de individuos de la especie más abundante. La similitud entre los pares de hábitats se estimó empleando el índice de Sørensen  $C_s = 2c / (a + b)$ ; donde  $c$  es el número de especies comunes en ambos hábitats,  $a$  es el número de especies en el hábitat A y  $b$  es el número de especies en la comunidad B. Las diferencias en la riqueza y diversidad entre los cacaotales y el bosque y entre las diferentes tipologías de cacaotales se evaluaron con un ANOVA simple y se aplicó la prueba de Tukey a las comparaciones de medias

El efecto de la vegetación sobre la riqueza y abundancia de escarabajos se analizó mediante una regresión múltiple tomando como variables independientes el promedio del número de especies vegetales, promedio del número de individuos, DAP promedio, área basal y la altura promedio de los árboles, registrados en cada hábitat. Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + E_i,$$

donde

$Y_i$  = riqueza o abundancia de escarabajos

$\beta_0$  = intercepto

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  y  $\beta_5$  = pendientes

$X_1$  = promedio del número de especies vegetales

$X_2$  = promedio del número de individuos

$X_3$  = DAP promedio

$X_4$  = área basal promedio

$X_5$  = altura promedio

$E_i$  = error experimental

## 4.3. RESULTADOS

### 4.3.1. Diversidad de Escarabajos

En los cinco hábitats muestreados, en los tres meses, se registro un total de 14 géneros, 36 especies y 6947 individuos (Cuadro 10). En las 36 especies se incluyen dos especies nuevas: una para la zona (*Canthidium sp145*) y otra para el país (*Ateuchus sp1*) que fueron colectadas tanto en el bosque como en los cacaotales. Las especies más abundantes, en orden descendente, fueron *Onthophagus acuminatus* con 1723 individuos, *Canthon aequinoctialis* con 1663 individuos, *Canthon meridionalis* con 755 individuos y *Canthon moniliatus* con 608 individuos. Las especies raras fueron *Canthon hartmanni*, con un solo individuo y *Canthidium centrale*, *Canthidium vespertinum*, *Onthophagus marginicollis* y *Pedariidum pilosum* con cuatro individuos cada una (Anexo 11).

Se presentaron diferencias estadísticas para las variables géneros ( $F_{4,20} = 4.38$ ;  $P = 0.0105$ ) y especies ( $F_{4,20} = 4.52$ ;  $P = 0.0092$ ); el bosque fue diferente únicamente al cacao especies arbóreas y musaceas, tanto para géneros como para especies (Figura 8). El promedio de número de individuos no presentó diferencia estadística ( $F_{4,20} = 1.21$ ;  $P = 0.3362$ ) entre los hábitats. Los índices de diversidad ( $F_{4,20} = 2.20$ ;  $P = 0.1056$ ) y de equitabilidad ( $F_{4,20} = 0.49$ ;  $P = 0.7435$ ) de Shannon no presentaron diferencias estadísticas entre los hábitats muestreados (Cuadro 11). Igualmente el índice de dominancia de Berger-parker no mostró diferencias estadísticas ( $F_{4,20} = 0.79$ ;  $P = 0.5432$ ) entre los hábitats.

Las abundancias relativas de las especies de escarabajos en los cinco hábitats fueron semejantes (Figura 9). Según el índice de similitud de Sørensen, el bosque presentó una alta similitud con los cacaotales en la composición de especies de escarabajos. Igualmente, entre los distintos tipos de cacaotales la similitud fue alta. La más alta similitud se observó entre el cacao multi-estratificado y el cacao con especies arbóreas y frutales, con un coeficiente de 0.91 (Cuadro 12).

Cuadro 10. Número de, géneros, especies e individuos total por hábitat (n = 5 parcelas/hábitat; 75 trampas-noche/parcelas) de los escarabajos estiercoleros CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple

Variables	Bosque	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
Géneros	12	13	12	10	12	14
Especies	27	29	28	19	27	36
Individuos	1260	1133	1277	1063	2214	6947

Cuadro 11 Promedios (x) y desviación estándar (s d) de géneros, especies e individuos, diversidad (H), equitabilidad E' de Shannon y dominancia de Berger-Prarker (1/d) por hábitat (n=5 parcelas/hábitat; 75 trampas-noche/parcelas) CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas, y CES = cacao con estrato simple Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas

Variables	Bosque		CME		CCF		CCM		CCES	
	x	s.d.	x	s.d.	x	s.d.	x	s.d.	x	s.d.
Géneros	10.2 a	1.3	8.4 ab	0.5	7.4 ab	2.9	5.6 b	1.0	7.6 ab	0.8
Especies	18.2 a	1.6	16.2 a	2.2	14.8 ab	4.1	9.4 b	1.2	14.2 ab	5.8
Individuos	252.0 a	110	226.6 a	151	255.4 a	49	212.6 a	111	442.8 a	362
H	1.9 a	0.2	1.8 a	0.3	1.7 a	0.5	1.2 a	0.4	1.6 a	0.4
E'	0.6 a	0.1	0.6 a	0.1	0.6 a	0.1	0.5 a	0.2	0.6 a	0.2
1/d	3.2 a	0.4	2.7 a	0.8	2.1 a	1.2	2.1 a	0.8	2.7 a	1.8

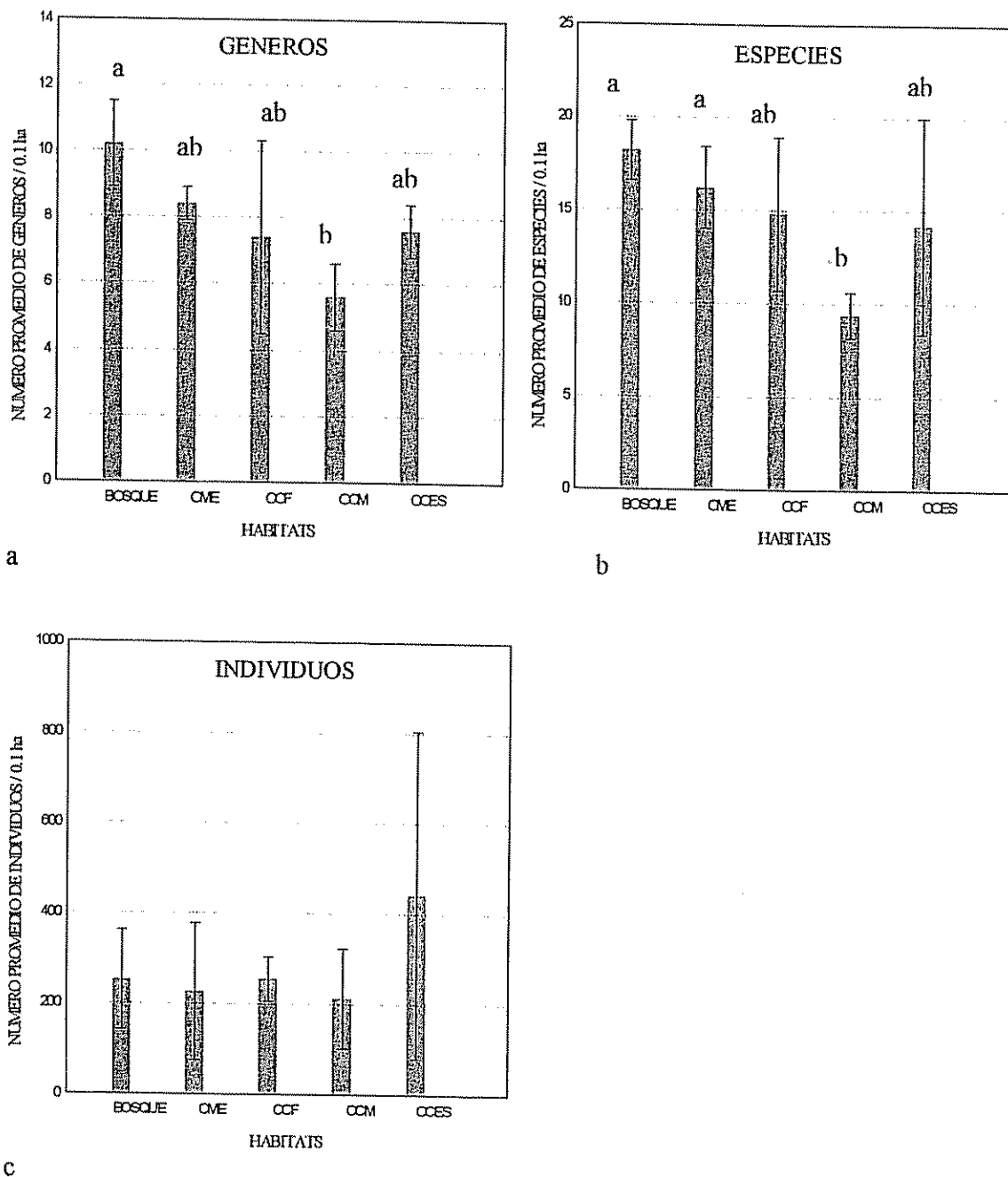


Figura 8. Promedios y desviación estándar del número de géneros (a), especies (b) e individuos (c) de escarabajos por hábitat (n=5 parcelas/hábitat; 75 trampas-noche/parcelas). CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas, y CES = cacao con estrato simple.

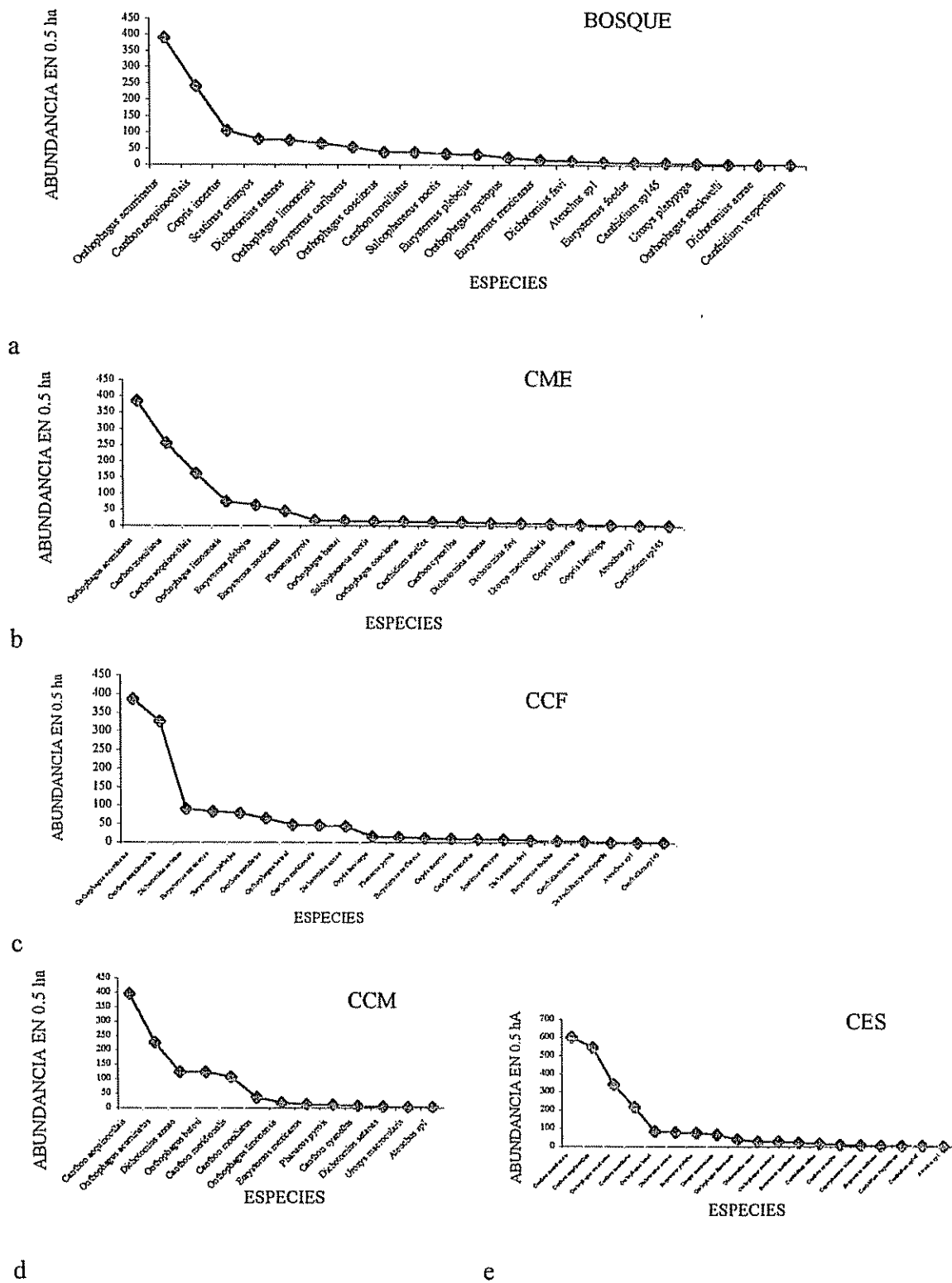


Figura 9. Distribución rango-abundancia de las especies de escarabajos registradas en el bosque (a), cacao multi-estratificado (b), cacao con especies arbóreas y frutales (c), cacao con especies arbóreas y musaceas (d) y cacao con estrato simple (e).

Cuadro 12. Composición de especies según el índice de Similitud de Sørensen ( $C_s$ ) para el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas, y CCES = cacao con estrato simple)

Hábitat	Bosque	CME	CCF	CCM	CCES
Bosque	-				
CME	0.79	-			
CCF	0.84	0.91	-		
CCM	0.70	0.75	0.77	-	
CCES	0.81	0.86	0.80	0.69	-

Varias especies fueron compartidas entre los hábitats; del total de 36 especies, 14 fueron comunes en los cinco hábitats. De las 27 especies registradas en el bosque, 22 se encontraron en cacao multi-estratificado, 23 en cacao con especies arbóreas y frutales, 16 en cacao con especies arbóreas y musaceas, y 22 en cacao con estrato simple. En los cuatro tipos de cacaotales se capturaron 34 especies en total, de las cuales 15 fueron comunes en los cuatro hábitats (Figura 10)

La curva de acumulación de especies en función del número de trampas-noche, indica que con 75 trampas-noche se obtuvieron 17 especies en el bosque, 14 en cacao multi-estratificado, 17 en cacao con especies arbóreas y frutales, 9 en cacao con especies arbóreas y musaceas y 19 en el cacao con estrato simple. Tanto el bosque como los cacaotales presentan tendencias similares (Figura 11 a). En los cinco hábitats, la probabilidad de encontrar una nueva especie requiere de un esfuerzo mayor a partir de 45 trampas-noche (Figura 11 b), según la metodología utilizada para la captura de escarabajos

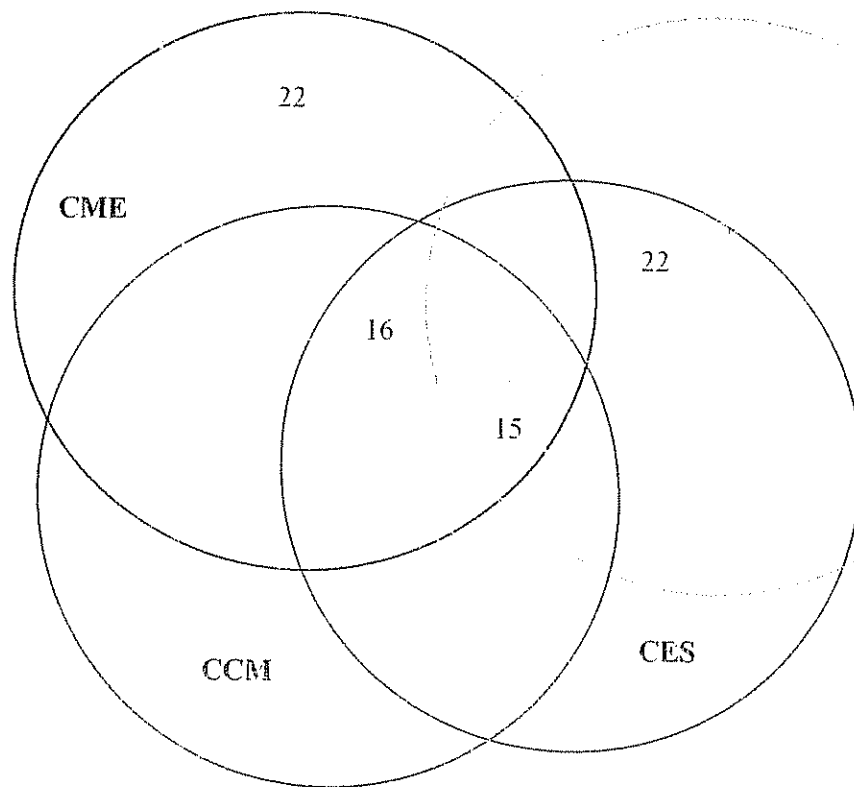
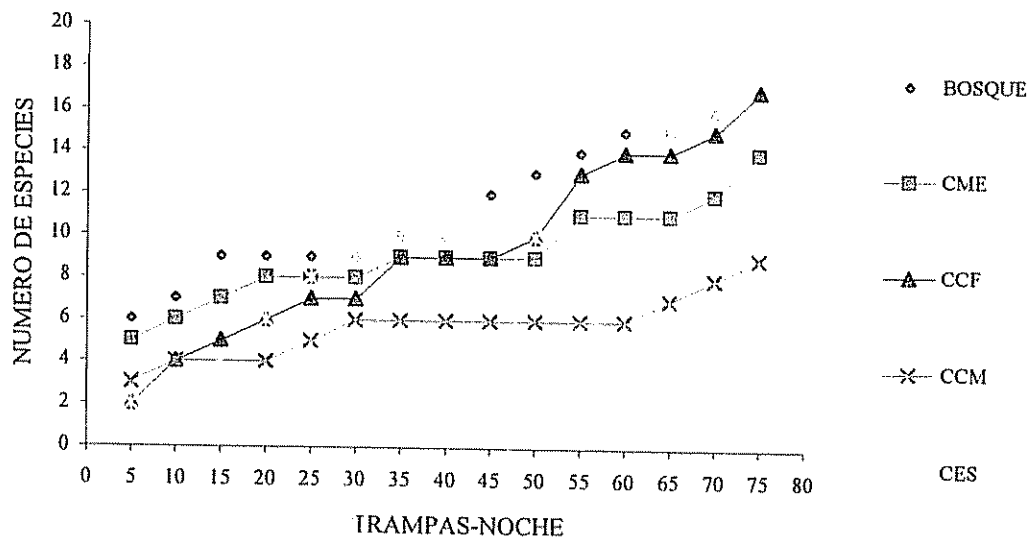
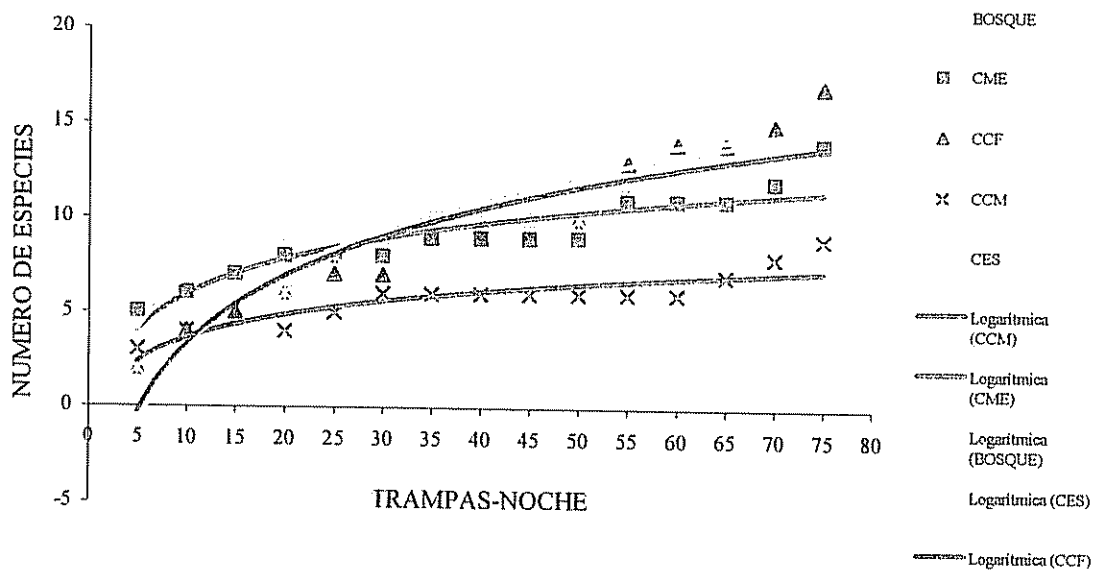


Figura 10. Número de especies de escarabajos compartidas entre el bosque y varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica. (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CCES = cacao con estrato simple).





a



b

Figura 11. Curvas de acumulación de especies de escarabajos (a) observados (b) curvas ajustadas en bosques y cacaotales de Talamanca, Costa Rica. (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CCES = cacao con estrato simple).

### 4.3.2. Efectos de la Vegetación sobre Riqueza y Abundancia de Escarabajos

La única variable de vegetación que tuvo su influencia sobre la riqueza de especies de escarabajos capturados ( $r^2 = 0.4688$ ;  $P = 0.094$ ) fue el número de especies de plantas ( $P = 0.088$ ), las demás variables no fueron significativas. Ninguna variable de vegetación presentó influencia sobre la abundancia de escarabajos ( $r^2 = 0.2427$ ;  $P = 0.6136$ ) (Cuadro 13). La ecuación para predecir la riqueza de especies de escarabajos fue la siguiente:

$$\text{Riqueza de especies de escarabajos} = 20.935 - 0.909(S) + 0.1410(N) + 0.0448(\text{DAP}) + 0.1175(\text{AB}) - 0.3937(h),$$

donde, S = número de especies de plantas; N = número de individuos de plantas por parcela; DAP = diámetro a la altura de pecho; AB = área basal y h = altura de plantas

Cuadro 13 Intercepto, pendiente y probabilidades de las variables de estructura y composición florística del bosque y varios tipos de cacaotales para explicar la variación de la riqueza y abundancia de escarabajos

Variables de vegetación	Riqueza de escarabajos		Abundancia de escarabajos	
	por parcela		por parcela	
	Valores estimados	Pr >  t	Valores estimados	Pr >  t
Intercepto	20.9532	0.025	580.3233	0.220
Especies vegetales	-0.9099	0.088	-22.3547	0.417
Numero de individuos	0.1410	0.559	2.1201	0.868
DAP	0.0448	0.852	-7.2153	0.577
Area basal	0.1175	0.363	1.5561	0.820
Altura	-0.3937	0.334	2.3204	0.914

#### 4.4. DISCUSION

El tipo de hábitat es un factor importante en la determinación de la riqueza y abundancia de escarabajos del estiércol (Romero-Alcaraz y Avila 2000). Los resultados obtenidos demuestran que hay más similitudes que diferencias en la diversidad de escarabajos estiercoleros entre el bosque y los cacaotales, y entre las cuatro tipologías de cacaotales. Solamente en el cacao con especies arbóreas y musaceas, el promedio de especies de escarabajos colectados fue más bajo que en el bosque y los en los otros tres tipos de cacaotales. La abundancia de escarabajos no difirió entre el bosque y los cacaotales ni entre las cuatro tipologías, posiblemente debido a que los hábitats comparten algunas especies vegetales; la cobertura arbórea es uno de los elementos que más influye sobre la diversidad de Scarabaeinae (Halffter y Matthews, 1966; Lobo *et al.*, 1998; Lumaret y Kirk, 1987).

La presencia de mamíferos en los cacaotales (Guiracocha *et al.*, 2001) es otro factor que contribuye a la riqueza de especies de escarabajos en estos hábitats manejados (Estrada *et al.*, 1993; Halffter y Matthews, 1966). Los bosques, al igual que los cacaotales son parches pequeños dentro de paisajes agrícolas, en los que los cerdos domésticos pasean libremente. Esto pudo ser una de las causas que influyó sobre las semejanzas entre los hábitats (Ridsdill-Smith, 1991). Se puede especular que las especies capturadas en los cacaotales no sean exclusivos de éstos hábitats. También hay que considerar que algunas de las especies de escarabajos capturados en este estudio son generalistas, es decir, pueden encontrarse tanto en el bosque como en áreas abiertas y en cacaotales. Por ejemplo, *Canthidium vespertinum*, *Copris insertus*, *Eurysternus plebejus*, *Onthophagus acuminatus* y *Pedaridium pilosum* (Aguilar, 1999).

El número total de especies colectados en los cacaotales y el bosque de Talamanca fueron superior a las 18 – 22 especies reportados en los bosque tropicales de Colombia (Escobar, 1997), a las 18 especies reportadas en los bosques tropicales remanentes de Laguna Verde, México (Halffter *et al.*, 1992) y a las 28 especies capturadas en los bosques de Sarapiquí, Costa Rica (Aguilar, 1999), pero es muy inferior a las 60 especies registradas en el bosque húmedo tropical de Leticia, Colombia (Howden y Nealis, 1975).

Las cuatro especies más abundantes fueron *Onthophagus acuminatus*, *Canthon aequinoctialis*, *C. meridionalis* y *C. moniliatus*, las cuales representan el 68 % del total de individuos colectados. En Costa Rica, Aguilar (1999) encontró que la especie *C. aequinoctialis* fue la más abundante en los bosques manejados que el bosque sin manejo. La abundancia de *C. meridionalis* en el cacao con estrato simple y la disminución de la misma en el bosque y cacao multi-estratificado sugiere que esta especie prefiere los hábitats con estructura simple. La alta cantidad de individuos de *C. moniliatus* encontrados en el cacao multi-estratificado y en cacao con estrato simple, puede indicar que esta es una especie generalista (Laurance, 1997).

La relación entre la riqueza de especies de escarabajos y la composición florística y estructura de la vegetación fue moderada (46% de la variación en la riqueza de especies de escarabajos es explicada por el modelo). La única variable de vegetación que tuvo un efecto significativo sobre la riqueza de especies de escarabajos fue el número de especies. Otros factores, en la zona de estudio, que pudieron influir sobre la diversidad de escarabajos y que no fueron medidos incluyen la disponibilidad de alimento (Halfiter y Matthews, 1966), temperatura y humedad del suelo, y la intensidad de luz solar (Lumaret y Kirk, 1987; Nealis, 1977).

#### 4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La riqueza de especies de escarabajos estiercoleros registrados en el cacao multi-estratificado, cacao con especies arbóreas y frutales, y el cacao con estrato simple, fueron comparables a la de los bosques vecinos.

La abundancia de los escarabajos del estiércol en los cuatro tipos de cacaotales estudiados fue similar a la registrada en los bosques aledaños.

La estructura y composición florística de los bosques y cacaotales parece influir sobre la riqueza de especies de escarabajos estiercoleros.

Se recomienda comparar los datos de la diversidad de escarabajos del estiércol con datos de huellas de mamíferos que se están registrando en las fincas estudiadas, para validar o descartar el uso de los escarabajos como indicadores de la presencia de mamíferos en la zona.

#### 4.6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, N. 1999. Criterios e indicadores de sostenibilidad ecológica: caracterización de la respuesta de dos grupos de insectos propuestos como verificadores. Thesis. MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 74 p.
- Aguilar, N; Finegan, B; Louman, B; Delgado, D. 2000. Patrones de respuesta de Scarabaeinae a las actividades de manejo de bosques naturales tropicales. Revista Forestal Centroamericana No 30: 40 – 45.
- Alvim, R; Nair, PKR. 1986. Combination of cocoa with other plantation crops: an agroforestry systems in Southeast Bahia, Brasil. Agroforestry Systems 4: 3 – 15.
- Alonso, A; Dallmeier, F; Granek, E; Raven, P. eds. 2001. Biodiversity: connecting with the tapestry of life. Smithsonian Institution. Washington, DC, USA. 31 p.
- Altieri, MA. 1991. Traditional Farming in Latin America. The ecologist 21: 93 –96.
- Alves, MC. 1990. The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic Forest of Sourthen Bahia, Brasil. Thesis. MSc. Univ. of Florida. Gainesville, Florida.
- Amoah, FM; Nuertey, BN; Baidoo-Addo, K; Opong, FK; Osei-Bonsu, K; Asamoah O, TE. 1995. Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. Agroforestry Systems 30: 289 – 299.
- Andagua, S; Halffter, G. 1991. Escarabajos asociados a madrigueras de roedores (Coleóptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). Folia Entomológica Mexicana 81: 185 – 197.
- Augusto, P. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. Ecology 64 (6): 1495 – 1507.

- Beer, J. 1999. *Theobroma cacao*: un cultivo "agroforestal". *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 4 .
- Bigger, M. 1981. Observations on the insect fauna of shaded and unshaded amelonado cocoa. *Bulletin of Entomological Research* 71: 107 – 119.
- Bigger, M. 1993. Ant – homopteran interactions in a tropical ecosystems. Description of an experiment on cocoa in Ghana. *Bulletin of Entomological Research* 83: 475 – 505.
- Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 357 – 372.
- Borge, C; Villalobos, V. 1995. *Talamanca en la encrucijada*. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 121 p.
- Borge, C; Castillo, R V. 1997. *Cultura y conservación en la Talamanca indígena*. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 259 p.
- Cambefort, Y; Hanski, I. 1990. Dung beetle population biology. In Hanski, I; Cambefort, Y. (eds). 1990. *Dung beetle ecology*. Princeton, New Jersey, Princeton University. 481 p.
- Campbell M, CA. 1984. The influence of overhead shade and fertilizers on the homoptera of mature upper- Amazon cocoa trees in Ghana. *Bulletin of Entomological Research* 74: 163 – 174.
- Cork, SJ; Catling, PC. 1996. Modeling distributions of arboreal and ground-dwelling mammals in relation to climate, nutrients, plant chemical defenses and vegetation structure in the eucalypt forest of southeastern Australia, *Forest Ecology and Management* 85: 163 – 175.

- Christiansen, S; Anthea V, CM. eds. 1997. Conservation, management and sustainable use of dryland biodiversity within priority agro-ecosystems of the near East. ICARDA, Aleppo, Syria. 54 p.
- Dallmeier, F; Comiskey, JA. 1996. From the forest to the User: a methodology Update. In Wilson, DE; Sandoval, A. eds. La Biodiversidad del sureste del Perú. Horizonte. Lima, Perú. 679 p.
- Davis A, LV. 1994. Habitat fragmentation in southern Africa and distributional response patterns in five specialist or generalist dung beetles families (Coleoptera). African Journal of Ecology 32: 192 – 207.
- Duguma, B; Gockowski, J; Bakala, J. 1999. Desafíos biofísicos y oportunidades para el cultivo sostenible de cacao (*Theobroma cacao* Linn.) en sistemas agroforestales de Africa Occidental y Central. Agroforestería en las Américas 6 (22): 12 – 15.
- Escalante, G; Herrera, R; Aranguren, J. 1984. Fijación de nitrógeno en árboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del norte de Venezuela. Pesquisa Agropecuaria do Brasil 19: 223 – 230.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. Caldasia 19 (3): 419 -430.
- Escobar, F; Haffter, G. 1999. Análisis de la diversidad a nivel de paisaje mediante el uso de grupos indicadores: el caso de los escarabajos del estiércol. In IV Reunión Latinoamericana da Scarabaeoidología (1999, Viçosa, MG, Brasil). 1999. Memorias. Eds. F Vaz-de- Mello; L Oliveira; J Louzada; J Salvadori; F escobar. Londrina, Brasil. p. 135 – 140.



- Estrada, A; Coates-Estrada, R; Meritt jr, D; Montiel, S; Curiel, D. 1993. Patterns of frugivore species richness and abundance in forest island and in agricultural habitats at Las Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 107/108: 245 – 257.
- Estrada, A; Halfpter, G; Coates-Estrada, R; Meritt jr, D. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9 : 45 – 54.
- Fournier, E; Loreau, M. 2001. Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground-beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 16: 17 – 32.
- Gallina, S; Mandujano, S; Gonzalez R, A. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of central Veracruz, México. *Agroforestry systems* 33: 13 – 27.
- Gesta M, AC. 1999. Brasil: Agroforestería en la comisión ejecutiva de planeación de la actividad cacaotera (CEPLAC). Enriquecimiento de cacaotales con caoba. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 31 –33.
- Greenberg, R; Bichier, P; Cruz, A; Reitsma, R. 1997. Bird populations in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11 (2): 448 – 459.
- Greenberg, R; Bichier, P; Sterling, J. 1997. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of Eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29 (4): 501 – 514.
- Guiracocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8 (8): 7 – 11.

- Halffter, G; Matthews, EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12 - 14: 1 - 312.
- Halffter, G; 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Sacarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 193 - 238.
- Halffter, G; Favila, M; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131 - 156.
- Halffter, G; Favila, M. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscape. *Biology International* 27: 15 - 21.
- Halffter, G; 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International* 38: 3 - 17.
- Hanski, I. 1990. The dung insect community. In Hanski, I; Cambefort, Y. eds. 1990. *Dung beetle ecology*. Princeton, New Jersey, Princeton University. 481 p.
- Herzog, F. 1994. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. *Agroforestry Systems* 27: 259 - 267.
- Hill, JC. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridor for rain forest insects. *Coservation Biology* 9 (6): 1559 - 1566.
- Howden, HF; Nealis, VG. 1975. Effects of clearing in a tropical forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica* 7: 77 - 83.

- Huang, W; Kanninen, M; Xu, Q; Huang, B. 1997. Agroforestry in China: Present state and future potential. *Ambio* 26 (6): 394 – 398.
- Johns, N. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management* 23 (1): 31 – 47.
- Johnson, DV; Nair, PKR. 1985. Perennial crop-based agroforestry systems in Northern Brazil. *Agroforestry Systems* 2: 281 – 292.
- Kapp, GB. 1989. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, C. R., CATIE. 97 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no 155).
- Kirk, AA. 1992. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) active in patchy forest and pasture habitats in Santa Cruz province, Bolivia, during spring. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 45 – 54.
- Klein, BC. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetles communities in central Amazonian. *Ecology* 70 (6): 1715 – 1725.
- Klein, AM; Dewenter, IS; Buchori, D; Tschardtke, T. 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16 (4): 1003 – 1014.
- Kolade, JA. 1991. Agronomic practices in cocoa cultivation. With reference to Nigeria. *Agriculture International* 43 (10): 276 – 282.
- Komar, O. 1998. Biodiversidad y cafcultura: raices del proyecto piloto café y biodiversidad. *Abecafe (El Salvador)*: 18 – 20.

- Kremen, C; Colwell, RK; Erwin, TL; Murphy, DD; Noss, FR; Sanjayan, MA. 1993. Terrestrial arthropod assemblage: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7 (4): 796-808.
- Laurance, W. 1997. Síntesis. *In* Tropical Forest remnants. Chicago, University of Chicago press p. 512 – 513.
- Leakey, RB. 1998. Agroforestry in the humid lowlands of West Africa: some reflections on future directions for research. *Agroforestry Systems* 40: 253 – 262.
- Leston, D. 1970. Entomology of the cocoa farm. *Ann. Rev. Entomology* 15: 273 – 294.
- Lobo, JM; Lumaret, JP; Jay-Robert, P. 1998. Sampling dung beetles: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologie* 42: 252 – 266.
- Lodoen, D. 1998. Cameroon cocoa agroforest. Planting hope for smallholder farmers. *Agroforestry Today* 10 (4): 3 – 6.
- Lumaret, JP; Kirk, A. 1987. Ecology of the dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoologica Mexicana* 24: 1.55.
- Majer, JD; Delabie C, JH; Smith B, MR. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotrópica* 26 (1): 73 – 83.
- Mandarino, EP. 1979. Implantação de cacauzeiros sob mata raleada nas condições da Bahia. *In* Conferencia internacional de investigación en cacao (7, 1979, Douala, Cameroun). 1981. Actas. Washington D.C., USA. 702 p.
- Martí D, C; Badía V, D. 2000. Análisis estructural y funcional de dos arbustos del matorral mediterráneo semiárido: *Cistus clusii* (D.) y *Cistus albidus* (L.). *Geórgica* 7: 29-39.

- Martínez M, I. 1999. Datos sobre la biología y la reproducción en Aphodinae (Coleoptera: Scarabaeidae): Revisión. *In* IV Reunión Latinoamericana da Scarabaeoidología (1999, Viçosa, MG, Brasil). 1999.
- McNeely, JA. 1995. How traditional agro-ecosystems can contribute to conserving biodiversity. *In* Halladay, P; Gilmour, DA. Eds. 1995. Conserving biodiversity outside protected areas. The role of traditional agro-ecosystems. Gland, Switzerland, UICN. 229 p.
- Michon, G; Bompard, J; Hecketsweiler, P; Ducatillion, C. 1983. Tropical Forest architectural analysis as applied to agroforests in the humid tropics: The example of traditional village-agroforest in West Java. *Agroforestry Systems* 1 (2): 117 – 129.
- Mittal, IC. 1993. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical Ecology* 34 (2): 150 – 159.
- Moguel, P; Toledo, VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* 13: 11-21.
- Morera, JA. 1996. Performance of cocoa hybrids under two shade systems at CATIE, Costa Rica. *Cocoa Growers' Bulletin*. 50: 22 – 31.
- Murdoch, WW; Evans, FC; Peterson, CH. 1972. Diversity and pattern in plants and insect. *Ecology* 53 (5): 819-829.
- Murphy, DD. 1999. Conservation and confusion: wrong species, wrong scale, wrong conclusion. *Conservation Biology* 3 (1): 82 – 84.
- Mussak MF; Laarman, JG. 1989. Farmers' production of timber trees in the cacao-coffee region of coastal Ecuador. *Agroforestry Systems* 9: 155 – 170.

- Myers, N. 1984. *The primary source: tropical forest and our future*. W. W. Norton, New York, New York, USA.
- Nair, PKR. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97– 128.
- Nealis, VG. 1977. Habitat association and community analysis of South Texas dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Canadian Journal of Zoology* 55: 138 –147.
- Noble, IR; Dirzo, R. 1997. Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277:552-525.
- Noordwijk, M; Tomich, TP; Foresta, H; Michon, G. 1997. To segregate or to integrate? The question of balance between production and biodiversity conservation in complex agroforestry systems. *Agroforestry Today* 9 (1): 6-9.
- Oladokun O, MA. 1990. Tree crop based agroforestry in Nigeria: a checklist of crops intercropped with cocoa. *Agroforestry Systems* 11: 227 – 241.
- Parrish, J; Reitsma, R; Greenberg, R; McLarney, W; Mack, R; Lynch, J. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. *Agroforestería en la Américas* 6 (22):16-19.
- Peacock, JM. Ed. 1995. Dryland biodiversity. *In* Workshop Dryland biodiversity conservation through natural resource management (1995, Amman, Jordan). 1995. Proceedings. ICARDA, Aleppo (Siria). Amman, Jordan. 64 p.
- Pearson, DL; Cassola, F. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation of studies. *Conservation Biology* 6: 376 – 391.
- Perfecto, I; Rice, RA; Greenberg, R; Van der Voor, ME. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46 (8): 598 – 608.

- Perfecto, I; Snelling, R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ant in coffee plantations. *Ecological Applications* 5: 1084 – 1097.
- Phillips, EA. 1959. *Methods of vegetation study*. Henry Hilt, New York, USA. 257 p.
- Redshaw, MJ; Zulnerlin, I. 1995. Cocoa cultivation on P.T.P.P. London Sumatra Indonesia Estates in North Sumatra province, Indonesia. *Cocoa Growers' Bulletin* no 49: 7-25.
- Reitsma, R; Parrish, JD; Mclarney, W. 2001. The role of cocoa plantations in maintaining avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 185 – 193.
- Rice, RA; Greenberg, R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29 (3): 167 – 173.
- Ridsdill-Smith, J. 1991. Competition in dung-breeding insects. *In* Bailey, WJ; Ridsdill-Smith, J. Eds. *Reproductive behavior of insects. Individuals and populations*. London, Chapman and Hall. 264-292 p.
- Rodríguez, JP; Pearson, DL; Barrera R, R. 1998. A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forest in Venezuela?. *Biological Conservation* 83 (1): 69- 76.
- Romero-Alcaraz, E; Avila JM. 2000. Effect of elevation and type of habitat on the abundance and diversity of Scarabaeoid dung beetle (Scarabaeoidea) assemblages in a Mediterranean area from Southern Iberian Peninsula. *Zoologicaal Studies* 39 (4): 351-359.
- Room, PM. 1971. The relative distributions of ant species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology* 40: 735 – 751.

- Room, PM. 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. *Australian Journal of Zoology* 23: 71 – 89.
- Rosero, P; Gewald, N. 1979. Growth of laurel (*Cordia alliodora*) in coffee and cacao plantations and pastures in the Atlantic region of Costa Rica. *In Proc. Workshop agro-forestry systems in Latin America*, 205 – 208. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Roth, DS; Perfecto, I; Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Application* 4 (3): 423 – 436.
- Sanchez, PA. 1995. Science in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30 (1-2): 5 – 55.
- Shepherd, R; Gilbert, JR; Cowling, PG. 1997. Aspects of cocoa cultivation under coconut on two estates in Peninsular Malaysia. *Planter* 53: 99 – 117.
- Silva, PJ da; Gesta M, AC. 1996. Cacao bajo sombra de caoba en Pará, Brasil. *Agroforestería en las Américas* 6 (22): 31 –33.
- Stamps, WT; Linit, MJ. 1998. Plant diversity and arthropod communities: Implications for temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 39 (1): 73-89.
- Struik, PC; Fresco, LO; Almekinders, CJ; Louwaars, NP. 1995. Management of variation in agro-ecosystems: The potential offered by agrodiversity. *In Workshop Dryland biodiversity conservation through natural resource management (1995, Amman, Jordan)*. 1995. Proceedings. Amman, Jordan. 64 p.
- Swift, MS; Vandermeer, J; Ramakrishna, PS; Anderson, JM; Ong, CK; Hawkins, BA. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. HA. Mooney et al. (eds.). *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. J. Wiley and Son, N.Y., pp 261 – 198.



- Tahvanainen, JO y Root, RB. The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta crufirae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10: 321 – 346.
- Thiollay, JM. 1995. The role of traditional agroforest in the conservation of rain forest bird diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9: 335 – 353.
- Tischendorf, L. 1998. A simulation experiment on the potential of hedgerows as movement corridors for forest carabids. *Ecological Modelling* 106: 107 – 118.
- Toky P, OM ; Kumar, P; Khosla K, P. 1989. Structure and function of traditional agroforestry systems in the western Himalaya. I. Biomass and productivity. *Agroforestry Systems* 9 : 47 – 70.
- Wilson, WL; Johns, AD. 1982. Diversity and abundance of selected animal species in undisturbed forest, selectively logged forest and plantations in East Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation* 24: 205-218.
- Werner, S. 1997. The impact of management practices on species richness within productive rubber agroforests of Indonesia. *In* International workshop Management of secondary and logged-over forest in Indonesia (1997, Bongor, Indonesia). 1998. *Proceedings. Bongor, Indonesia*. 113 p.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La diversidad florística y regeneración natural del bosque fue mayor que la de los cacaotales, sin embargo, la estructura del bosque y los cacaotales son semejante.

La diversidad de escarabajos estiercoleros encontrados en los cacaotales fueron comparables a la de los bosques aledaños.

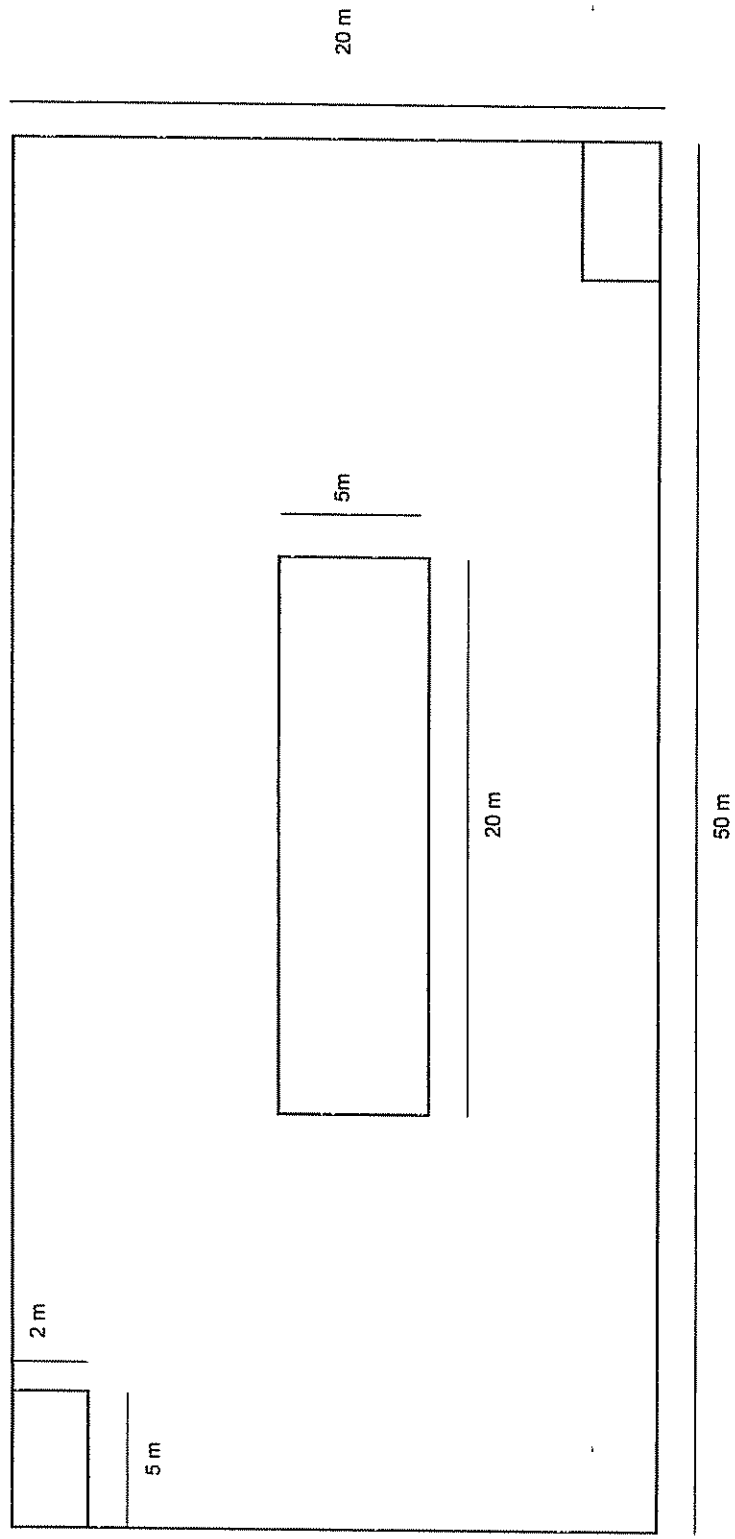
Para que las fincas cacaoteras de la reserva indígena de Talamanca constituyan una verdadera alternativa para conservar la biodiversidad, es necesario impulsar y fomentar el cultivo de cacao con sombra de diferentes especies de árboles nativos y realizar prácticas culturales que ayuden a la regeneración natural.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Lista de propietarios de fincas donde se realizó el muestreo de vegetación y captura de escarabajos (B = bosque, CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple)

No.	PROPIETARIO	COMUNIDAD	CODIGO	LATITUD	LONGITUD	AREA DEL	
						ALTITUD (m)	CACAOTAL (ha)
1	Elias fernandez	San Miguel	B1	09° 37' 57 7"	82°58'47 4"	130	5
2	Erasmus Uva	San Miguel	B2	09°37' 00.1"	82°53'67 9"	101	45
3	Porfirio Hidalgo	Sibuju	B3	09°35'84.6"	82°58'69 4"	278	3
4	Wilfred Brown	Watsi	B4	09°33'54 1"	82°59'13 6"	101	10
5	Comunidad Watsi	Watsi	B5	09°36'17 8"	82°53'64 7"	480	10
6	Ernesto Pita	Watsi	B6	09°33'54 1"	82°59'13 6"	101	10
7	Carlos Zuñiga	San Vicente	B7	09°3 6'39 5"	83°00'11 1"	390	5
8	Abraham Sánchez	Cachabri	CME1	09° 30'39 1"	82°58'51 6"	150	2
9	Porfirio Hidalgo	Sibuju	CME2	09°35'36.5"	82°58'324"	170	2
10	José Ana Hidalgo	Sibuju	CME3	09°36'27 1"	82°59'24 9"	285	2
11	Joaquín López	Watsi	CME4	09°36'56 4"	82°53'50 3"	63	3
12	Silverio Morales	Watsi	CME5	09°37'23 6"	82°52'40 4"	76	2
13	Wilfred Brown	Watsi	CME6	09°37'37 6"	82°54'43 3"	120	2
14	Clotilde Pitar Pitar	Watsi	CME7	09°37'25 8"	82°52'35 7"	75	2
15	Elvira Blanco	Amubri	CCF1	09° 31'33,5"	82°57'0 3"	98	1
16	Ronulfo Páez	Watsi	CCF2	09°37'58 2"	82°52'29,2"	88	2
17	José Reyes	Sibuju	CCF3	09°35'58 2"	82°58'48 4"	180	2
18	Brígida Reyes	Sibuju	CCF4	09°36'31 6"	82°59'10 1"	265	2
19	Seferino Hidalgo	Sibuju	CCF5	09°36'42 2"	82°59'24 3"	260	1,5
20	Silverio Morales	Watsi	CCF6	09°37'25 3"	82°52'54 8"	75	2
21	Donato Fernández	Sibuju	CCF7	09°36'22 9"	82°58'50 2"	280	2
22	Hermogenes Torres	Amubri	CCM1	09° 31'10 8"	82°56'57 6"	118	5
23	Agapito Salazar	Amubri	CCM2	09°31'17 9"	82°57'21 6"	108	2
24	Albertina Blanco	Amubri	CCM3	09°37'24 5"	82°53'59 2"	112	1
25	Lorenzo Díaz	Amubri	CCM4	09°31'17 9"	82°56'57 0"	150	2
26	José Hernández	Cachabri	CCM5	09°30'50 2	82°58'25 8"	154	2
27	Eliodoro López	Watsi	CCM9	09°37'24, 5"	82°53'59 2"	117	1
28	Augusto morales	Watsi	CCM10	09°37'21 3"	82°53'39 1"	103	3
29	Toedoro Mendez	Cachabri	CES1	09° 30'42 3"	82°58'18 8"	146	2
30	Carmen Cubillo	Tsuiri	CES2	09°32'45 2"	82°56'16 1"	98	2
31	Bertilia Vargas	Tsuiri	CES3	09°32'36 1"	82°56'23 4"	97	2
32	Amado Cubillo	Tsuiri	CES4	09°32'24 8"	82°56'32 1"	95	3
33	Crescencio Morales	Watsi	CES5	09°37'43 4"	82°53'0 6"	107	2
34	Wilfred Brown	Watsi	CES6	09°37'34 2"	82°53'53 3"	110	2
35	Maria Pita	Watsi	CES7	09°37'16 6"	82°53'4 8"	98	2

ANEXO 2. CROQUIS DE LAS PARCELAS DE MUESTREO DE VEGATACIÓN



**Anexo 3.** Lista de especies (DAP $\geq$ 10cm) en los cacaotales y en el bosque de Talamanca, Costa Rica.

	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia yesicae</i>	Sauravia
2	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón
3	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Comenegro
4	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
5	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo
6	Anonaceae	<i>Sapranthus viriflorus</i>	Anona
7	Anonaceae	<i>Unonopsis costaricensis</i>	Yayo
8	Apocinaceae	<i>Aspidosperma myristicifolium</i>	Costilla de danta
9	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Fosforillo
10	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Pejibaye
11	Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Palma
12	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Palma dulce
13	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	Palma amarga
14	Arecaceae	<i>Socratea spodita</i>	Chonta
15	Bignoniaceae	<i>Amphitecna sp</i>	Calabacillo de playa
16	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Gallinazo
17	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrisantha</i>	Guayacán
18	Bombacaceae	<i>Quararibea asterolepis</i>	Garrocho
19	Bombacaceae	<i>Quararibea bracteolosa</i>	Zapote
20	Bombacaceae	<i>Quararibea cordata</i>	Zapote colombiano
21	Bombacaceae	<i>Quararibea funebris</i>	Molenillo
22	Bombacaceae	<i>Quararibea obliquifolia</i>	Zapote
23	Bombacaceae	<i>Tetrochidium sp</i>	Tetrochidium
24	Boraginaceae	<i>Bourreria costaricensis</i>	Esquijoche
25	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Luarel
26	Boraginaceae	<i>Cordia cymosa</i>	Muñeco
27	Boraginaceae	<i>Cordia porcata</i>	Muñeco
28	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo
29	Burseraceae	<i>Protium costaricense</i>	Caraña
30	Burseraceae	<i>Protium glabrum</i>	Copalillo
31	Burseraceae	<i>Protium pittieri</i>	Copal
32	Burseraceae	<i>Trattinnickia aspera</i>	Caraño
33	Capparidaceae	<i>Crateva tapia</i>	Ajillo
34	Caricaceae	<i>Carica cauliflora</i>	Papaya de mono
35	Caricaceae	<i>Jacaratia dolichaula</i>	Papaya de monte
36	Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo
37	Cecropiaceae	<i>Pouroma minor</i>	Pouroma
38	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella triandra</i>	Chicharón
39	Chrysobalanaceae	<i>Licania jefensis</i>	Cuero de sapo
40	Chrysobalanaceae	<i>Licania platypus</i>	Cabeza de mono

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
41 Clusiaceae	<i>Chrysoclamys costaricana</i>	Manzanita
42 Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>	Jorco
43 Clusiaceae	<i>Garcinia magnifolia</i>	Sartra
44 Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guapilensis</i>	Abrojo
45 Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp</i>	Paleta
46 Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i>	copalchi
47 Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Jabillo
48 Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Pilón
49 Euphorbiaceae	<i>Siparuna pauciflora</i>	Cofalito
50 Fabaceae/Pap.	<i>Abarema macradenia</i>	Cenizaro amarillo
51 Fabaceae/Pap.	<i>Aeschynomene elegans</i>	Pegapega
52 Fabaceae/Mim.	<i>Chloroleucon eurycyclum</i>	Cashá
53 Fabaceae/mim	<i>Cojoba catenata</i>	Lorito
54 Fabaceae/Pap	<i>Dussia macrophyllata</i>	Bateo
55 Fabaceae/Pap	<i>Erythrina lanceolata</i>	Poró
56 Fabaceae/Caes	<i>Fabaceae spl</i>	Desconocido
57 Fabaceae/Pap.	<i>Hymemolobium mesoamericano</i>	Cola de pavo
58 Fabaceae/Mim	<i>Inga allenii</i>	Guaba
59 Fabaceae/Mim.	<i>Inga barbourii</i>	Guaba
60 Fabaceae/Mim	<i>Inga cocleensis</i>	Guaba
61 Fabaceae/ Mim	<i>Inga densiflora</i>	Guabillo
62 Fabaceae/Mim.	<i>Inga edulis</i>	Guaba
63 Fabaceae/Mim.	<i>Inga leiocalycina</i>	Guaba
64 Fabaceae/Mim	<i>Inga marginata</i>	Guaba
65 Fabaceae/mim.	<i>Inga multiflora</i>	Guaba
66 Fabaceae/Mim.	<i>Inga obtusifolia</i>	Chomico
67 Fabaceae/Mim.	<i>Inga oerstediana</i>	Guaba
68 Fabaceae/Mim.	<i>Inga pezizifera</i>	Guaba
69 Fabaceae/Mim.	<i>Inga samanensis</i>	Guaba
70 Fabaceae/Mim	<i>Inga sapindoides</i>	Guaba cuadrada
71 Fabaceae/Mim.	<i>Inga spectabilis</i>	Guaba
72 Fabaceae/Mim	<i>Inga thibaudiana</i>	Guaba
73 Fabaceae/Caes	<i>Lecointea amazonica</i>	Costilla de danto
74 Fabaceae/Caes	<i>Macrolobium costaricense</i>	Pata de elefante
75 Fabaceae/Mim	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán
76 Fabaceae/Pap.	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Sangregado
77 Fabaceae/Pap.	<i>Pterocarpus michelianus</i>	Sangrillo blanco
78 Fabaceae/Pap	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Sangrado
79 Flacourtaceae	<i>Casearia arborea</i>	Casearia
80 Flacourtaceae	<i>Casearia tacanensis</i>	Raspalengua
81 Flacourtaceae	<i>Hasseltia floribunda</i>	Canfinillo
82 Flacourtaceae	<i>Laetia procera</i>	Manga blanca

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
83 Flacourtiaceae	<i>Lunania parviflora</i>	Lunania
84 Hernandiaceae	<i>Hernandia didymantha</i>	Zoncho
85 Hippocrateaceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i>	Salacia
86 Lauraceae	<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>	Aguacatillo
87 Lauraceae	<i>Lauraceae sp</i>	Desconocido
88 Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	Quizarrá
89 Lauraceae	<i>Ocotea cermia</i>	Sigua
90 Lauraceae	<i>Ocotea tenera</i>	Quizarrá lentisco
91 Lauraceae	<i>Ocotea wedeliana</i>	Aguacatillo
92 Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate
93 Lauraceae	<i>Persea rigens</i>	Aguacatillo de monte
94 Lecythidaceae	<i>Grias cauliflora</i>	Tabacón
95 Magnoliaceae	<i>Talauma gloriensis</i>	Anonillo
96 Malpighiaceae	<i>Byrsonima crispa</i>	Nance de montaña
97 Malvaceae	<i>Hampea appendiculata</i>	Burio blanco
98 Melastomataceae	<i>Miconia afinis</i>	Miconia
99 Melastomataceae	<i>Miconia ampla</i>	Oreja de burro
100 Melastomataceae	<i>Miconia puntata</i>	Lengua de vaca
101 Melastomataceae	<i>Miconia simplex</i>	Canilla de mula
102 Melastomataceae	<i>Mouriri cyphocarpa</i>	Candelero
103 Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Cedro de montaña
104 Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo
105 Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Cola de pava
106 Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i>	Cucaracho
107 Meliaceae	<i>Trichilia quadrijugata</i>	Canfin
108 Monimiaceae	<i>Siparuna griseoflavescens</i>	Cofalillo
109 Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Limoncillo
110 Moraceae	<i>Artocarpus altifolius</i>	Fruta de pan
111 Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche
112 Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	Granadillo
113 Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Hule
114 Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Ficus
115 Moraceae	<i>Maquira costaricana</i>	Manglillo
116 Moraceae	<i>Naucleopsis naga</i>	Amargo
117 Moraceae	<i>Poulsenia armata</i>	Mastate
118 Moraceae	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Cansanegro
119 Moraceae	<i>Sorocea pubivena</i>	Ojochillo
120 Moraceae	<i>Trophis racemosa</i>	Ojoche negro
121 Myristicaceae	<i>Myristica fragans</i>	Nuez moscada
122 Myristicaceae	<i>Virola guatemalensis</i>	Fruta dorada
123 Myristicaceae	<i>Virola koschny</i>	Fruta dorada
124 Myristicaceae	<i>Virola multiflora</i>	Fruta dorada blanca
125 Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	Miguelario
126 Myrsinaceae	<i>Parathesis chrysophylla</i>	Tucuico



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
127 Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i>	Manzana de agua
128 Nyctaginaceae	<i>Neea sp</i>	Corcho
129 Ochnaceae	<i>Cespedesia macrophylla</i>	Cola de pavo
130 Ochnaceae	<i>Ouratea valerii</i>	Valeri
131 Olacaceae	<i>Heisteria concinna</i>	Naranjillo
132 Olacaceae	<i>Minuartia guianensis</i>	Manú negro
133 Oleaceae	<i>Chionanthus panamensis</i>	Comenegro
134 Quiinaceae	<i>Lacunaria panamensis</i>	Quina
135 Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	Pichepán
136 Rhamnaceae	<i>Karwinskia sp</i>	Chilingüiste
137 Rubiaceae	<i>Borojoa panamensis</i>	Borojoa
138 Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	Azulejo
139 Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i>	Cafecillo
140 Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	Fruta de mono
141 Rubiaceae	<i>Psychotria panamensis</i>	Cafecillo
142 Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	Cafecillo
143 Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp1</i>	Desconocido
144 Rubiaceae	<i>Rudgea trifurcata</i>	Cafecillo
145 Rutaceae	<i>Citrus creticulata</i>	Mandarina
146 Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja
147 Rutaceae	<i>Stauranthus perforatus</i>	Rutacea
148 Rutaceae	<i>Zanthoxylum ekmanii</i>	Lagarto
149 Sabiaceae	<i>Meliosma brenesi</i>	Uvilla verde
150 Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>	Casquil
151 Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i>	Mamón chino
152 Sapindaceae	<i>Talisia nervosa</i>	Botarrama
153 Sapotaceae	<i>Chrysophyllum brenesii</i>	Caimito
154 Sapotaceae	<i>Manilkara sapota</i>	Níspero
155 Sapotaceae	<i>Micropholis crotonoides</i>	Zapotillo
156 Sapotaceae	<i>Micropholis melinoniana</i>	Mariabé
157 Sapotaceae	<i>Pouteria fossicola</i>	Zapote
158 Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i>	Zapotillo
159 Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote
160 Sapotaceae	<i>Pouteria silvestris</i>	Zapote silvestre
161 Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	Zapote de monte
162 Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i>	Hombre grande
163 Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Aceituno
164 Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i>	Zorrillo
165 Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Zorrillo
166 Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>	Sauco
167 Sterculiaceae	<i>Guazuma invira</i>	Guacimo
168 Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Capulín

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
169 Sterculiaceae	<i>Herrania purpurea</i>	Cacao de monte
170 Sterculiaceae	<i>Sterculia costaricana</i>	Ratón papa
171 Sterculiaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	Pataste
172 Tiliaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mico
173 Tiliaceae	<i>Geothalsia meiantha</i>	Guácimo blanco
174 Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Burío
175 Tiliaceae	<i>Luehea seemanii</i>	Guácimo colorado
176 Tiliaceae	<i>Mortoniendron anisophyllum</i>	Palo yuca
177 Tiliaceae	<i>Mortoniendron costaricense</i>	Cuero de vieja
178 Ulmaceae	<i>Celtis schippi</i>	Celtis
179 Ulmaceae	<i>Trema integerrima</i>	Jucó
180 Verbenaceae	<i>Aegiphila costaricensis</i>	Tabaquillo
181 Verbenaceae	<i>Vitex cooperi</i>	Manú blanco
182 Violaceae	<i>Rinorea crenata</i>	Rinorea
183 Violaceae	<i>Rinorea squamata</i>	Jicarito
184 Vochysiaceae	<i>Vochysia ferruginea</i>	Chancho colorado
185 Vochysiaceae	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Sangrillo

**Anexo 4.** Número de especies por familia y por hábitat (n = 7 parcelas / hábitat) (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple).

	FAMILIA	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES
1	Actinidiaceae	1				
2	Anacardiaceae	1	1	3	1	
3	Anonaceae	2				
4	Apocinaceae	1	1			
5	Araliaceae	1				
6	Arecaceae	5	2	2	1	
7	Bignoniaceae	3				
8	Bombacaceae	5	2	1		
9	Boraginaceae	3	1	1	1	1
10	Burseraceae	4	1			
11	Capparidaceae	1				
12	Caricaceae	2	1			
13	Cecropiaceae	2	1			
14	Chrysobalanaceae	2		1		
15	Clusiaceae	3				
16	Elaeocarpaceae	2				
17	Euphorbiaceae	4	2		1	
18	Fabaceae/Caes	1			1	
19	Fabaceae/Mim	16	7	5	2	1
20	Fabaceae/Pap	1	1		1	
21	Flacourtiaceae	5				
22	Hernandiaceae	1				
23	Hippocrateaceae	1				
24	Lauraceae	6	2	2	1	
25	Lecythidaceae	1				
26	Magnoliaceae	1				
27	Malpighiaceae	1				
28	Malvaceae	1	1	1		
29	Melastomataceae	5				
30	Meliaceae	2	3	1	2	
31	Monimiaceae	2				
32	Moraceae	10	2	1	2	
33	Myristicaceae	4		1		
34	Myrsinaceae	1				
35	Myrtaceae			1		
36	Nyctaginaceae	1				
37	Ochnaceae	1	1			
38	Olacaceae	2				
39	Oleaceae	1				

FAMILIA	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES
40 Quiinaceae	1				
41 Rhamnaceae	2				
42 Rubiaceae	8				
43 Rutaceae	1		2	1	
44 Sabiaceae	1				
45 Sapindaceae	2		1	1	
46 Sapotaceae	7	1	1		
47 Simaroubaceae	2				
48 Solanaceae	2				
49 Staphyleaceae	1				
50 Sterculiaceae	1	2	2		
51 Tiliaceae	4	2	1		
52 Ulmaceae	2				
53 Verbenaceae	2	1			
54 Violaceae	2				
55 Vochysiaceae	1	1	1		
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>2</b>

**Anexo 5.** Número de individuos (DAP $\geq$ 10cm) por familia y por hábitat (n = 7 parcelas / hábitat) (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple)

	FAMILIA	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
1	Actinidiaceae	1					1
2	Anacardiaceae	1	8	10	1		20
3	Anonaceae	2					2
4	Apocinaceae	2	1				3
5	Araliaceae	2					2
6	Arecaceae	72	4	5	12		93
7	Bignoniaceae	4					4
8	Bombacaceae	8	3	7			18
9	Boraginaceae	5	23	28	80	80	216
10	Burseraceae	16	1				17
11	Capparidaceae	2					2
12	Caricaceae	4	2				6
13	Cecropiaceae	3	1				4
14	Chrysobalanaceae	4		1			5
15	Clusiaceae	4					4
16	Elaeocarpaceae	4					4
17	Euphorbiaceae	5	6		1		12
18	Fabaceae/Caes	2			2		4
19	Fabaceae/Mim	45	15	9	5	4	78
20	Fabaceae/Pap	11	5		2		18
21	Flacourtiaceae	13					13
22	Hernandiaceae	1					1
23	Hippocrateaceae	3					3
24	Lauraceae	11	3	4	2		20
25	Lecythidaceae	1					1
26	Magnoliaceae	3					3
27	Malpighiaceae	4					4
28	Malvaceae	3	4	1			8
29	Melastomataceae	11					11
30	Meliaceae	5	7	1	4		17
31	Monimiaceae	4					4
32	Moraceae	32	4	2	2		40
33	Myristicaceae	16		1			17
34	Myrsinaceae	1					1
35	Myrtaceae			2			2
36	Nyctaginaceae	2					2
37	Ochnaceae	1	1				2
38	Olacaceae	5					5
39	Oleaceae	1					1

	FAMILIA	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
40	Quiinaceae	2					2
41	Rhamnaceae	4					4
42	Rubiaceae	17					17
43	Rutaceae	1	9	1			11
44	Sabiaceae	1					1
45	Sapindaceae	4		20	2		26
46	Sapotaceae	22	1	2			25
47	Simaroubaceae	2					2
48	Solanaceae	3					3
49	Staphyleaceae	2					2
50	Sterculiaceae	3	3	4			10
51	Tiliaceae	6	6	1			13
52	Ulmaceae	2					2
53	Verbenaceae	2	3				5
54	Violaceae	8					8
55	Vochysiaceae	1	3	2			6
		<b>394</b>	<b>104</b>	<b>109</b>	<b>114</b>	<b>84</b>	<b>805</b>

Anexo 6. Número de individuos (DAP $\geq$ 10 cm) por especie y por hábitat (n = 7 parcelas / hábitat) (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas y CES = cacao con estrato simple)

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
1 <i>Abarema macradenia</i>	2					2
2 <i>Aegiphila costaricensis</i>	1					1
3 <i>Aeschynomene elegans</i>				1		1
4 <i>Amphitecna sp</i>	2					2
5 <i>Anacardium occidentale</i>			1			1
6 <i>Apeiba membranacea</i>	1					1
7 <i>Artocarpus altilis</i>			2			2
8 <i>Aspidosperma myristicifolium</i>	2	1				3
9 <i>Astronium graveolens</i>	1					1
10 <i>Bactris gasipaes</i>	4	3	5	9		21
11 <i>Borojoa panamensis</i>	1					1
12 <i>Bourreria costaricensis</i>	1					1
13 <i>Brosimum alicastrum</i>	4					4
14 <i>Brosimum guianense</i>	4					4
15 <i>Bursera simaruba</i>		1				1
16 <i>Byrsonima crista</i>	4					4
17 <i>Carapa guianensis</i>		1				1
18 <i>Carica cauliflora</i>	2					2
19 <i>Casearia arborea</i>	7					7
20 <i>Casearia tacanensis</i>	1					1
21 <i>Castilla elastica</i>	3	3		1		7
22 <i>Cecropia obtusifolia</i>	2	1				3
23 <i>Cedrela odorata</i>		2		1		3
24 <i>Celtis schippi</i>	1					1
25 <i>Cespedesia macrophylla</i>		1				1
26 <i>Cestrum racemosum</i>	2					2
27 <i>Cheilochlinium cognatum</i>	3					3
28 <i>Chionanthus panamensis</i>	1					1
29 <i>Chloroleucon eurycyclum</i>	2	3				5
30 <i>Chrysoclamys costaricana</i>	1					1
31 <i>Chrysophyllum brenesii</i>			2			2
32 <i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>		2				2
33 <i>Citrus creticulata</i>			2			2
34 <i>Citrus sinensis</i>			7			7
35 <i>Cojoba catenata</i>	8					8
36 <i>Colubrina spinosa</i>	2					2
37 <i>Cordia alliodora</i>		23	28	80	80	211
38 <i>Cordia cymosa</i>	2					2

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
39 <i>Cordia porcata</i>	2					2
40 <i>Crateva tapia</i>	2					2
41 <i>Croton schiedeanus</i>	1					1
42 <i>Cupania cinerea</i>	2			2		4
43 <i>Dendropanax arboreus</i>	2					2
44 <i>Dussia macroprophylata</i>	1					1
45 <i>Erythrina lanceolata</i>		1				1
46 <i>Euterpe precatoria</i>	1					1
47 <i>Fabaceae spl</i>				2		2
48 <i>Faramea occidentalis</i>	7					7
49 <i>Ficus sp</i>	1					1
50 <i>Garcinia intermedia</i>	2					2
51 <i>Garcinia magnifolia</i>	1					1
52 <i>Geothalsia meiantha</i>		4				4
53 <i>Grias cauliflora</i>	1					1
54 <i>Guarea guidonia</i>		4	1	3		8
55 <i>Guarea pterorhachis</i>	2					2
56 <i>Guazuma invira</i>			1			1
57 <i>Guazuma ulmifolia</i>		1				1
58 <i>Hampea appendiculata</i>	3	4	1			8
59 <i>Hasseltia floribunda</i>	1					1
60 <i>Heisteria concinna</i>	2					2
61 <i>Heliocarpus americanus</i>	1					1
62 <i>Hernandia didymantha</i>	1					1
63 <i>Herrania purpurea</i>		2				2
64 <i>Hirtella triandra</i>	1					1
65 <i>Hura crepitans</i>	1	3		1		5
66 <i>Hyeronima alchorneoides</i>	2	3				5
67 <i>Hymemolobium mesoamericano</i>	1					1
68 <i>Inga allenii</i>	1	2	1			4
69 <i>Inga barbourii</i>	1					1
70 <i>Inga cocleensis</i>	1					1
71 <i>Inga densiflora</i>	1					1
72 <i>Inga edulis</i>	1	5	2	2	4	14
73 <i>Inga leiocalycina</i>	3	1				4
74 <i>Inga marginata</i>		1	1			2
75 <i>Inga multiflora</i>	1					1
76 <i>Inga obtusifolia</i>	1					1
77 <i>Inga oerstediana</i>		1	4	3		8
78 <i>Inga pezizifera</i>	1					1
79 <i>Inga samanensis</i>	2					2
80 <i>Inga sapindoides</i>	1					1



ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
81 <i>Inga spectabilis</i>			1			1
82 <i>Inga thibaudiana</i>	1					1
83 <i>Iriartea deltoidea</i>	52	1		3		56
84 <i>Jacaranda copaia</i>	1					1
85 <i>Jacaratia dolichaula</i>	2	2				4
86 <i>Karwinskia sp</i>	2					2
87 <i>Lacunaria panamensis</i>	2					2
88 <i>Laetia procera</i>	2					2
89 <i>Lauraceae sp</i>	1					1
90 <i>Lecointea amazonica</i>	2					2
91 <i>Licania jefensis</i>	3					3
92 <i>Licania platypus</i>			1			1
93 <i>Luehea seemannii</i>		2	1			3
94 <i>Lunania parviflora</i>	2					2
95 <i>Macrolobium costaricense</i>	1					1
96 <i>Mangifera indica</i>			5			5
97 <i>Manilkara sapota</i>	12					12
98 <i>Maquira costaricana</i>	6					6
99 <i>Meliosma brenesi</i>	1					1
100 <i>Miconia afinis</i>	1					1
101 <i>Miconia ampla</i>	5					5
102 <i>Miconia puntata</i>	2					2
103 <i>Miconia simplex</i>	2					2
104 <i>Micropholis crotonoides</i>	2					2
105 <i>Micropholis melinoniana</i>	1					1
106 <i>Minuartia guianensis</i>	3					3
107 <i>Mortoniendron anysophyllum</i>	2					2
108 <i>Mortoniendron costaricense</i>	2					2
109 <i>Mouriri cyphocarpa</i>	1					1
110 <i>Myristica fragans</i>			1			1
111 <i>Naucleopsis naga</i>	1					1
112 <i>Nectandra membranacea</i>	1					1
113 <i>Neea sp</i>	2					2
114 <i>Nephelium lappaceum</i>			20			20
115 <i>Ocotea cernua</i>	1					1
116 <i>Ocotea tenera</i>	1					1
117 <i>Ocotea wedeliana</i>	3		1			4
118 <i>Ouratea valerii</i>	1					1
119 <i>Palicourea guianensis</i>	1					1
120 <i>Parathesis chrysophylla</i>	1					1
121 <i>Pentaclethra macroloba</i>	19	2				21
122 <i>Persea americana</i>			3	2		5

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
123 <i>Persea rigens</i>	4	1				5
124 <i>Posoqueria latifolia</i>	1					1
125 <i>Poulsenia armata</i>	3	1				4
126 <i>Pouroma minor</i>	1					1
127 <i>Pouteria fossicola</i>		1				1
128 <i>Pouteria glomerata</i>	2					2
129 <i>Pouteria sapota</i>	2					2
130 <i>Pouteria silvestris</i>	2					2
131 <i>Pouteria torta</i>	1					1
132 <i>Protium costaricense</i>	2					2
133 <i>Protium glabrum</i>	1					1
134 <i>Protium pittieri</i>	8					8
135 <i>Pseudolmedia spuria</i>	1					1
136 <i>Psychotria panamensis</i>	3					3
137 <i>Psychotria sp</i>	2					2
138 <i>Pterocarpus hayesii</i>	4					4
139 <i>Pterocarpus michelianus</i>	3	3			1	7
140 <i>Pterocarpus officinalis</i>		1				1
141 <i>Quararibea asterolepis</i>	4	1				5
142 <i>Quararibea bracteolosa</i>	1					1
143 <i>Quararibea cordata</i>			7			7
144 <i>Quararibea funebris</i>	1	2				3
145 <i>Quararibea obliquifolia</i>	1					1
146 <i>Quassia amara</i>	1					1
147 <i>Rinorea crenata</i>	1					1
148 <i>Rinorea squamata</i>	7					7
149 <i>Rubiaceae spl</i>	1					1
150 <i>Rudgea trifurcata</i>	1					1
151 <i>Sapranthus viriflorus</i>	1					1
152 <i>Saurauia yesicae</i>	1					1
153 <i>Simarouba amara</i>	1					1
154 <i>Siparuna griseoflavescens</i>	2					2
155 <i>Siparuna guianensis</i>	2					2
156 <i>Siparuna pauciflora</i>	1					1
157 <i>Sloanea guapilensis</i>	1					1
158 <i>Sloanea sp</i>	3					3
159 <i>Socratea exorrhiza</i>	14					14
160 <i>Socratea spodita</i>	1					1
161 <i>Solanum sp</i>	1					1
162 <i>Sorocea pubivena</i>	6					6
163 <i>Spondias mombin</i>		8	4		1	13
164 <i>Stauranthus perforatus</i>	1					1

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
165 <i>Sterculia costaricana</i>	3					3
166 <i>Syzygium malaccense</i>			2			2
167 <i>Tabebuia chrisantha</i>	1					1
168 <i>Talauma gloriensis</i>	3					3
169 <i>Talisia nervosa</i>	2					2
170 <i>Tetrochidium sp</i>	1					1
171 <i>Theobroma bicolor</i>			3			3
172 <i>Trattinnickia aspera</i>	5					5
173 <i>Trema integerrima</i>	1					1
174 <i>Trichilia quadrijuga</i>	3					3
175 <i>Trophis racemosa</i>	3			1		4
176 <i>Turpinia occidentalis</i>	2					2
177 <i>Unonopsis costaricensis</i>	1					1
178 <i>Virola guatemalensis</i>	2					2
179 <i>Virola koschny</i>	3					3
180 <i>Virola multiflora</i>	9					9
181 <i>Virola sebifera</i>	2					2
182 <i>Vitex cooperi</i>	1	3				4
183 <i>Vochysia ferruginea</i>	1					1
184 <i>Vochysia guatemalensis</i>		3	2			5
185 <i>Zanthoxylum ekmanii</i>				1		1
<b>Total</b>	<b>394</b>	<b>104</b>	<b>109</b>	<b>114</b>	<b>84</b>	<b>805</b>

**Anexo 7.** Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies con DAP  $\geq$  10 cm A = Abundancia (número de individuos/7000 m<sup>2</sup>), D = dominancia absoluta (Area basal en m<sup>2</sup>/7000 m<sup>2</sup>), F = frecuencia absoluta; AR = abundancia relativa, DR = dominancia relativa, FR = frecuencia relativa

**(a) Bosque.**

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Pentaclethra macroloba</i>	19	5,207	2	4,822	14,375	0,930	20,128
<i>Iriartea deltoidea</i>	52	1,146	5	13,198	3,164	2,326	18,687
<i>Poulsenia armata</i>	3	3,512	2	0,761	9,696	0,930	11,387
<i>Chloroleucon eurycychum</i>	2	2,399	2	0,508	6,623	0,930	8,061
<i>Sorocea pubivena</i>	6	1,512	4	1,523	4,174	1,860	7,558
<i>Socratea exorrhiza</i>	14	0,232	5	3,553	0,640	2,326	6,519
<i>Manilkara sapota</i>	12	0,807	2	3,046	2,228	0,930	6,204
<i>Virola multiflora</i>	9	0,467	5	2,284	1,289	2,326	5,899
<i>Hymemolobium mesoamericano</i>	1	1,517	1	0,254	4,188	0,465	4,907
<i>Brosimum guianense</i>	4	0,800	3	1,015	2,209	1,395	4,619
<i>Cojoba catenata</i>	8	0,258	4	2,030	0,712	1,860	4,603
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	2	1,055	2	0,508	2,913	0,930	4,350
<i>Persea rigens</i>	4	0,448	4	1,015	1,237	1,860	4,113
<i>Ocotea wedeliana</i>	3	0,624	3	0,761	1,723	1,395	3,879
<i>Maquira costaricana</i>	6	0,102	4	1,523	0,282	1,860	3,665
<i>Trattinnickia aspera</i>	5	0,484	2	1,269	1,336	0,930	3,535
<i>Faramea occidentalis</i>	7	0,106	3	1,777	0,293	1,395	3,465
<i>Casearia arborea</i>	7	0,427	1	1,777	1,179	0,465	3,421
<i>Virola guatemalensis</i>	2	0,684	2	0,508	1,888	0,930	3,326
<i>Quararibea asterolepis</i>	4	0,240	3	1,015	0,663	1,395	3,073
<i>Minquartia guianensis</i>	3	0,473	2	0,761	1,306	0,930	2,997
<i>Jacaranda copaia</i>	1	0,785	1	0,254	2,167	0,465	2,886
<i>Inga leiocalycina</i>	3	0,244	3	0,761	0,674	1,395	2,830
<i>Protium pittieri</i>	8	0,112	1	2,030	0,309	0,465	2,805
<i>Vochysia ferruginea</i>	1	0,739	1	0,254	2,040	0,465	2,759
<i>Brosimum alicastrum</i>	4	0,460	1	1,015	1,270	0,465	2,750
<i>Byrsonima crista</i>	4	0,103	3	1,015	0,284	1,395	2,695
<i>Rinorea squamata</i>	7	0,110	1	1,777	0,304	0,465	2,545
<i>Pterocarpus hayesii</i>	4	0,204	2	1,015	0,563	0,930	2,509
<i>Amphitecna sp</i>	2	0,385	2	0,508	1,063	0,930	2,501
<i>Tabebuia chrisantha</i>	1	0,622	1	0,254	1,717	0,465	2,436
<i>Apeiba membranacea</i>	1	0,62	1	0,254	1,712	0,465	2,431
<i>Parathesis chrysophylla</i>	1	0,581	1	0,254	1,604	0,465	2,323
<i>Trichilia quadrifuga</i>	3	0,228	2	0,761	0,629	0,930	2,321

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Pterocarpus michelianus</i>	3	0,377	1	0,761	1,041	0,465	2,267
<i>Carica cauliflora</i>	2	0,108	3	0,508	0,298	1,395	2,201
<i>Trophis racemosa</i>	3	0,343	1	0,761	0,947	0,465	2,173
<i>Cordia cymosa</i>	2	0,230	2	0,508	0,635	0,930	2,073
<i>Talauma gloriensis</i>	3	0,284	1	0,671	0,784	0,465	2,011
<i>Licania jefensis</i>	3	0,277	1	0,761	0,765	0,465	1,991
<i>Sterculia costaricana</i>	3	0,106	2	0,761	0,293	0,930	1,984
<i>Miconia ampla</i>	5	0,051	1	1,269	0,141	0,465	1,875
<i>Psychotria panamensis</i>	3	0,058	2	0,761	0,160	0,930	1,852
<i>Castilla elastica</i>	3	0,052	2	0,761	0,144	0,930	1,835
<i>Micropholis melinoniana</i>	1	0,385	1	0,254	1,063	0,465	1,782
<i>Aspidosperma myristicifolium</i>	2	0,292	1	0,508	0,806	0,465	1,779
<i>Abarema macradenia</i>	2	0,116	2	0,508	0,320	0,930	1,758
<i>Inga sapindoides</i>	1	0,374	1	0,254	1,033	0,465	1,751
<i>Bactris gasipaes</i>	4	0,096	1	1,015	0,265	0,465	1,745
<i>Cecropia obtusifolia</i>	2	0,108	2	0,508	0,298	0,930	1,736
<i>Pouteria silvestris</i>	2	0,090	2	0,508	0,248	0,930	1,686
<i>Mortoniadendron anysophyllum</i>	2	0,089	2	0,508	0,246	0,930	1,684
<i>Pouteria sapota</i>	2	0,081	2	0,508	0,224	0,930	1,661
<i>Hampea appendiculata</i>	3	0,157	1	0,761	0,433	0,465	1,660
<i>Virola sebifera</i>	2	0,076	2	0,508	0,210	0,930	1,648
<i>Lacunaria panamensis</i>	2	0,063	2	0,508	0,174	0,930	1,612
<i>Siparuna guianensis</i>	2	0,044	2	0,508	0,121	0,930	1,559
<i>Lecointea amazonica</i>	2	0,043	2	0,508	0,119	0,930	1,557
<i>Miconia simplex</i>	2	0,038	2	0,508	0,105	0,930	1,543
<i>Garcinia intermedia</i>	2	0,203	1	0,508	0,560	0,465	1,533
<i>Sloanea sp</i>	3	0,109	1	0,761	0,301	0,465	1,527
<i>Cestrum racemosum</i>	2	0,029	2	0,508	0,080	0,930	1,518
<i>Cheilocladium cognatum</i>	3	0,103	1	0,761	0,284	0,465	1,511
<i>Virola koschmy</i>	3	0,099	1	0,761	0,273	0,465	1,500
<i>Neea sp</i>	2	0,020	2	0,508	0,055	0,930	1,493
<i>Inga samanensis</i>	2	0,018	2	0,508	0,050	0,930	1,488
<i>Psychotria sp</i>	2	0,174	1	0,508	0,480	0,465	1,453
<i>Pouteria glomerata</i>	2	0,162	1	0,508	0,447	0,465	1,420
<i>Ocotea cernua</i>	1	0,246	1	0,254	0,679	0,465	1,398
<i>Crateva tapia</i>	2	0,143	1	0,508	0,395	0,465	1,368
<i>Jacaratia dolichaula</i>	2	0,113	1	0,508	0,312	0,465	1,285
<i>Cupania cinerea</i>	2	0,107	1	0,508	0,295	0,465	1,268
<i>Micropholis crotonoides</i>	2	0,094	1	0,508	0,260	0,465	1,232
<i>Mortoniadendron costaricense</i>	2	0,077	1	0,508	0,213	0,465	1,185
<i>Guarea pterorhachis</i>	2	0,074	1	0,508	0,204	0,465	1,177
<i>Siparuna giseoflavescens</i>	2	0,071	1	0,508	0,196	0,465	1,169
<i>Vitex cooperi</i>	1	0,159	1	0,254	0,439	0,465	1,158

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Karwinskia sp</i>	2	0,063	1	0,508	0,174	0,465	1,147
<i>Lunania parviflora</i>	2	0,052	1	0,508	0,144	0,465	1,116
<i>Turpinia occidentalis</i>	2	0,052	1	0,508	0,144	0,465	1,116
<i>Protium costaricense</i>	2	0,050	1	0,508	0,138	0,465	1,111
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0,048	1	0,508	0,133	0,465	1,105
<i>Heisteria concinna</i>	2	0,045	1	0,508	0,124	0,465	1,097
<i>Cordia porcata</i>	2	0,041	1	0,508	0,113	0,465	1,086
<i>Dussia macropophylata</i>	1	0,132	1	0,254	0,364	0,465	1,083
<i>Miconia punctata</i>	2	0,036	1	0,508	0,099	0,465	1,072
<i>Inga pezizifera</i>	1	0,126	1	0,254	0,348	0,465	1,067
<i>Talisia nervosa</i>	2	0,031	1	0,508	0,086	0,465	1,058
<i>Colubrina spinosa</i>	2	0,029	1	0,508	0,080	0,465	1,053
<i>Laetia procera</i>	2	0,027	1	0,508	0,075	0,465	1,047
<i>Siparuna pauciflora</i>	1	0,119	1	0,254	0,329	0,465	1,047
<i>Inga thibaudiana</i>	1	0,108	1	0,254	0,298	0,465	1,017
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,096	1	0,254	0,265	0,465	0,984
<i>Inga densiflora</i>	1	0,096	1	0,254	0,265	0,465	0,984
<i>Macrolobium costaricense</i>	1	0,091	1	0,254	0,251	0,465	0,970
<i>Inga barbourii</i>	1	0,086	1	0,254	0,237	0,465	0,956
<i>Inga edulis</i>	1	0,080	1	0,254	0,221	0,465	0,940
<i>Inga allenii</i>	1	0,073	1	0,254	0,202	0,465	0,920
<i>Hasseltia floribunda</i>	1	0,053	1	0,254	0,146	0,465	0,865
<i>Simarouba amara</i>	1	0,053	1	0,254	0,146	0,465	0,865
<i>Mouriri cyphocarpa</i>	1	0,049	1	0,254	0,135	0,465	0,854
<i>Posoqueria latifolia</i>	1	0,049	1	0,254	0,135	0,465	0,854
<i>Heliocarpus americanus</i>	1	0,045	1	0,254	0,124	0,465	0,843
<i>Quararibea obliquifolia</i>	1	0,045	1	0,254	0,124	0,465	0,843
<i>Garcinia magnifolia</i>	1	0,042	1	0,254	0,116	0,465	0,835
<i>Hura crepitans</i>	1	0,042	1	0,254	0,116	0,465	0,835
<i>Tetrochidium sp</i>	1	0,035	1	0,254	0,097	0,465	0,816
<i>Bourreria costaricensis</i>	1	0,031	1	0,254	0,086	0,465	0,805
<i>Quararibea bracteolosa</i>	1	0,030	1	0,254	0,083	0,465	0,802
<i>Trema integerrima</i>	1	0,030	1	0,254	0,083	0,465	0,802
<i>Nectandra membranacea</i>	1	0,028	1	0,254	0,077	0,465	0,796
<i>Casearia tacanensis</i>	1	0,025	1	0,254	0,069	0,465	0,788
<i>Stauranthus perforatus</i>	1	0,025	1	0,254	0,069	0,465	0,788
<i>Unonopsis costaricensis</i>	1	0,025	1	0,254	0,069	0,465	0,788
<i>Ocotea tenera</i>	1	0,024	1	0,254	0,066	0,465	0,785
<i>Aegiphila costaricensis</i>	1	0,023	1	0,254	0,063	0,465	0,782
<i>Inga cocleensis</i>	1	0,023	1	0,254	0,063	0,465	0,782
<i>Saurauia yesicae</i>	1	0,023	1	0,254	0,063	0,465	0,782
<i>Inga obtusifolia</i>	1	0,020	1	0,254	0,055	0,465	0,774

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Ouratea valerii</i>	1	0,020	1	0,254	0,055	0,465	0,774
<i>Pouroma minor</i>	1	0,020	1	0,254	0,055	0,465	0,774
<i>Hernandia didymantha</i>	1	0,018	1	0,254	0,050	0,465	0,769
<i>Inga multiflora</i>	1	0,018	1	0,254	0,050	0,465	0,769
<i>Rinorea crenata</i>	1	0,018	1	0,254	0,050	0,465	0,769
<i>Socratea spodita</i>	1	0,018	1	0,254	0,050	0,465	0,769
<i>Meliosma brenesi</i>	1	0,015	1	0,254	0,041	0,465	0,760
<i>Miconia affinis</i>	1	0,015	1	0,254	0,041	0,465	0,760
<i>Palicourea guianensis</i>	1	0,015	1	0,254	0,041	0,465	0,760
<i>Grias cauliflora</i>	1	0,014	1	0,254	0,039	0,465	0,758
<i>Rubiaceae sp1</i>	1	0,014	1	0,254	0,039	0,465	0,758
<i>Rudgea trifurcata</i>	1	0,014	1	0,254	0,039	0,465	0,758
<i>Sloanea guapilensis</i>	1	0,014	1	0,254	0,039	0,465	0,758
<i>Euterpe precatória</i>	1	0,013	1	0,254	0,036	0,465	0,755
<i>Ficus sp</i>	1	0,013	1	0,254	0,036	0,465	0,755
<i>Quassia amara</i>	1	0,012	1	0,254	0,033	0,465	0,752
<i>Celtis schippi</i>	1	0,011	1	0,254	0,030	0,465	0,749
<i>Hirtella triandra</i>	1	0,011	1	0,254	0,030	0,465	0,749
<i>Naucleopsis naga</i>	1	0,011	1	0,254	0,030	0,465	0,749
<i>Pseudolmedia spuria</i>	1	0,011	1	0,254	0,030	0,465	0,749
<i>Sapranthus viriflorus</i>	1	0,011	1	0,254	0,030	0,465	0,749
<i>Borojoa panamensis</i>	1	0,010	1	0,254	0,028	0,465	0,747
<i>Lauraceae sp</i>	1	0,010	1	0,254	0,028	0,465	0,747
<i>Protium glabrum</i>	1	0,010	1	0,254	0,028	0,465	0,747
<i>Quararibea funebris</i>	1	0,010	1	0,254	0,028	0,465	0,747
<i>Solanum sp</i>	1	0,010	1	0,254	0,028	0,465	0,747
<i>Chionanthus panamensis</i>	1	0,009	1	0,254	0,025	0,465	0,744
<i>Chrysoclamys costaricana</i>	1	0,008	1	0,254	0,022	0,465	0,741
<i>Croton schiedeanus</i>	1	0,008	1	0,254	0,022	0,465	0,741
<i>Pouteria torta</i>	1	0,008	1	0,254	0,022	0,465	0,741
<b>Total</b>	<b>394</b>	<b>36,222</b>	<b>215</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**(b) Cacao multi-estratificado.**

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Cordia alliodora</i>	23	1,959	6	22,115	10,943	9,375	42,433
<i>Spondias mombin</i>	8	0,957	6	7,692	5,346	9,375	22,413
<i>Vochysia guatemalensis</i>	3	2,31	2	2,885	12,904	3,125	18,913
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	3	1,918	2	2,885	10,714	3,125	16,724
<i>Pterocarpus michelianus</i>	3	1,420	3	2,885	7,932	4,688	15,504
<i>Pterocarpus officinalis</i>	1	1,617	1	0,962	9,033	1,563	11,557
<i>Inga edulis</i>	5	0,226	3	4,808	1,262	4,688	10,758
<i>Hura crepitans</i>	3	0,955	1	2,885	5,335	1,563	9,782
<i>Guarea guidonia</i>	4	0,378	2	3,846	2,111	3,125	9,083
<i>Vitex cooperi</i>	3	0,384	2	2,885	2,145	3,125	8,155
<i>Poulsenia armata</i>	1	0,985	1	0,962	5,502	1,563	8,026
<i>Hampea appendiculata</i>	4	0,113	2	3,846	0,631	3,125	7,602
<i>Luehea seemanii</i>	2	0,444	2	1,923	2,480	3,125	7,528
<i>Quararibea asterolepis</i>	1	0,866	1	0,962	4,837	1,563	7,361
<i>Geothalsia meiantha</i>	4	0,051	2	3,846	0,285	3,125	7,256
<i>Chloroleucon eurycyclum</i>	3	0,169	2	2,885	0,944	3,125	6,954
<i>Pentaclethra macroloba</i>	2	0,336	2	1,923	1,877	3,125	6,925
<i>Carapa guianensis</i>	1	0,754	1	0,962	4,212	1,563	6,736
<i>Castilla elastica</i>	3	0,036	2	2,885	0,201	3,125	6,211
<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>	2	0,118	2	1,923	0,659	3,125	5,707
<i>Cedrela odorata</i>	2	0,032	2	1,923	0,179	3,125	5,227
<i>Bactris gasipaes</i>	3	0,052	1	2,885	0,290	1,563	4,738
<i>Inga allenii</i>	2	0,200	1	1,923	1,117	1,563	4,603
<i>Inga marginata</i>	1	0,363	1	0,962	2,028	1,563	4,552
<i>Aspidosperma myristicifolium</i>	1	0,322	1	0,962	1,799	1,563	4,323
<i>Jacaratia dolichaula</i>	2	0,107	1	1,923	0,598	1,563	4,083
<i>Herrania purpurea</i>	2	0,052	1	1,923	0,290	1,563	3,776
<i>Quararibea funebris</i>	2	0,029	1	1,923	0,162	1,563	3,648
<i>Pouteria fossicola</i>	1	0,196	1	0,962	1,095	1,563	3,619
<i>Cespedesia macrophylla</i>	1	0,139	1	0,962	0,776	1,563	3,300
<i>Bursera simaruba</i>	1	0,126	1	0,962	0,704	1,563	3,228
<i>Persea rigens</i>	1	0,116	1	0,962	0,648	1,563	3,172
<i>Inga leiocalycina</i>	1	0,062	1	0,962	0,346	1,563	2,870
<i>Erythrina lanceolata</i>	1	0,033	1	0,962	0,184	1,563	2,708
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0,031	1	0,962	0,173	1,563	2,697
<i>Liua tea deltoidea</i>	1	0,023	1	0,962	0,128	1,563	2,653
<i>Inga oerstediana</i>	1	0,013	1	0,962	0,073	1,563	2,597
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0,010	1	0,962	0,056	1,563	2,580
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>17,902</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



## (c) Cacao con especies arbóreas y frutales.

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Cordia alliodora</i>	28	2,979	6	25,688	33,259	12,500	71,447
<i>Nephelium lappaceum</i>	20	0,529	5	18,349	5,906	10,471	34,671
<i>Spondias mombin</i>	4	0,986	2	3,670	11,008	4,167	18,845
<i>Citrus sinensis</i>	7	0,126	3	6,422	1,407	6,250	14,079
<i>Inga oerstediana</i>	4	0,372	3	3,670	4,153	6,250	14,073
<i>Mangifera indica</i>	5	0,289	3	4,587	3,227	6,250	14,064
<i>Vochysia guatemalensis</i>	2	0,723	1	1,835	8,072	2,083	11,990
<i>Quararibea cordata</i>	7	0,124	2	6,422	1,384	4,167	11,973
<i>Bactris gasipaes</i>	5	0,107	2	4,587	1,195	4,167	9,948
<i>Theobroma bicolor</i>	3	0,182	2	2,752	2,032	4,167	8,951
<i>Persea americana</i>	3	0,179	2	2,752	1,998	4,167	8,917
<i>Guarea guidonia</i>	1	0,528	1	0,917	5,895	2,083	8,896
<i>Inga edulis</i>	2	0,347	1	1,835	3,874	2,083	7,792
<i>Syzygium malaccense</i>	2	0,056	2	1,835	0,625	4,167	6,627
<i>Artocarpus altilis</i>	2	0,194	1	1,835	2,166	2,083	6,084
<i>Ocotea wedeliana</i>	1	0,264	1	0,917	2,947	2,083	5,948
<i>Hampea appendiculata</i>	1	0,196	1	0,917	2,188	2,083	5,189
<i>Licania platypus</i>	1	0,196	1	0,917	2,188	2,083	5,189
<i>Chrysophyllum brenesii</i>	2	0,104	1	1,835	1,161	2,083	5,079
<i>Inga marginata</i>	1	0,139	1	0,917	1,552	2,083	4,553
<i>Inga Spectabilis</i>	1	0,123	1	0,917	1,373	2,083	4,374
<i>Inga allenii</i>	1	0,113	1	0,917	1,262	2,083	4,262
<i>Citrus creticulata</i>	2	0,027	1	1,835	0,301	2,083	4,220
<i>Guazuma invira</i>	1	0,036	1	0,917	0,402	2,083	3,403
<i>Anacardium occidentale</i>	1	0,023	1	0,917	0,257	2,083	3,258
<i>Luehea seemanii</i>	1	0,008	1	0,917	0,089	2,083	3,090
<i>Myristica fragans</i>	1	0,007	1	0,917	0,078	2,083	3,079
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>8,957</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

(d) Cacao con especies arbóreas y musaceas.

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Cordia alliodora</i>	80	4,382	7	70,175	77,448	24,138	171,761
<i>Bactris gasipaes</i>	9	0,131	4	7,895	2,315	13,793	24,003
<i>Cupania cinerea</i>	2	0,328	1	1,754	5,797	3,448	11,000
<i>Guarea guidonia</i>	3	0,051	2	2,632	0,901	6,897	10,430
<i>Hura crepitans</i>	1	0,283	1	0,877	5,002	3,448	9,327
<i>Inga edulis</i>	2	0,027	2	1,754	0,477	6,897	9,128
<i>Persea americana</i>	2	0,024	2	1,754	0,424	6,897	9,075
<i>Iriartea deltoidea</i>	3	0,066	1	2,632	1,166	3,448	7,246
<i>Inga oerstediana</i>	3	0,045	1	2,632	0,795	3,448	6,875
<i>Spondias mombin</i>	1	0,126	1	0,877	2,227	3,448	6,552
<i>Fabaceae spl</i>	2	0,058	1	1,754	1,025	3,448	6,228
<i>Pterocarpus michelianus</i>	1	0,062	1	0,877	1,096	3,448	5,421
<i>Castilla elastica</i>	1	0,025	1	0,877	0,442	3,448	4,767
<i>Zanthoxylum ekmanii</i>	1	0,015	1	0,877	0,265	3,448	4,591
<i>Cedrela odorata</i>	1	0,013	1	0,877	0,230	3,448	4,555
<i>Aeschynomene elegans</i>	1	0,011	1	0,877	0,194	3,448	4,520
<i>Trophis racemosa</i>	1	0,011	1	0,877	0,194	3,448	4,520
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>5,658</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

(e) Cacao con estrato simple.

ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	IVI
<i>Cordia alliodora</i>	80	6,286	7	95,238	96,529	77,778	269,545
<i>Inga edulis</i>	4	0,226	2	4,762	3,471	22,222	30,455
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>6,512</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Anexo 8** Tipo de hábitat en la que predominan y usos de las especies registradas en el bosque y cacaotales Bp = bosque primario; Bs = bosque secundario; Ff = frutos para consumo de la fauna; Fh = frutos para el consumo humano.

ESPECIE	Bp	Bs	Ff	Fh	Madera	Leña	Otros
<i>Abarema macradenia</i>		x			x	x	
<i>Aegiphila costaricensis</i>		x				x	
<i>Aeschynomene elegans</i>		x				x	
<i>Amphitecna sp</i>	x		x			x	
<i>Anacardium occidentale</i>		x	x	x			
<i>Apeiba membranacea</i>		x	x		x		
<i>Artocarpus altilis</i>		x		x		x	
<i>Aspidosperma myristicifolium</i>	x				x		
<i>Astronium graveolens</i>		x			x		
<i>Bactris gasipaes</i>		x	x	x			Hojas
<i>Borojoa panamensis</i>		x			x		
<i>Bourreria costaricensis</i>		x			x		
<i>Brosimum alicastrum</i>	x		x	x	x		
<i>Brosimum guianense</i>	x				x		
<i>Bursera simaruba</i>		x	x			x	
<i>Byrsonima crispera</i>		x	x			x	
<i>Carapa guianensis</i>	x				x		
<i>Carica cauliflora</i>		x	x				
<i>Casearia arborea</i>		x			x		
<i>Casearia tacanensis</i>		x			x		
<i>Castilla elastica</i>		x					Latex
<i>Cecropia obtusifolia</i>		x	x				
<i>Cedrela odorata</i>		x			x		
<i>Celtis schippi</i>		x				x	
<i>Cespedesia macrophylla</i>		x			x		
<i>Cestrum racemosum</i>		x	x				Hojas
<i>Cheilochlinium cognatum</i>		x					
<i>Chionanthus panamensis</i>		x			x		
<i>Chloroleucon eurycyclum</i>		x			x		
<i>Chrysoclamys costaricana</i>		x	x				
<i>Chrysophyllum brenesii</i>		x		x		x	
<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>		x	x		x		
<i>Citrus reticulata</i>		x		x			
<i>Citrus sinensis</i>		x		x			
<i>Cojoba catenata</i>		x				x	
<i>Colubrina spinosa</i>	x					x	

ESPECIE	Bp	Bs	Ff	Fh	Madera	Leña	Otros
<i>Cordia alliodora</i>		x			x	x	
<i>Cordia cymosa</i>		x			x	x	
<i>Cordia porcata</i>		x			x		
<i>Crateva tapia</i>		x			x		
<i>Croton schiedeanus</i>		x				x	
<i>Cupania cinerea</i>	x		x			x	
<i>Dendropanax arboreus</i>	x		x		x		
<i>Dussia macrophyllata</i>		x			x		
<i>Erythrina lanceolata</i>		x					
<i>Euterpe precatória</i>		x					
<i>Fabaceae spl</i>		x					
<i>Faramea occidentalis</i>		x	x				
<i>Ficus sp</i>		x					
<i>Garcinia intermedia</i>	x					x	
<i>Garcinia magnifolia</i>	x					x	
<i>Geothalsia meiantha</i>		x			x		Corteza
<i>Grias cauliflora</i>	x	x				x	
<i>Guarea guidonia</i>	x	x	x			x	
<i>Guarea pterorhachis</i>		x	x			x	
<i>Guazuma invira</i>		x	x			x	
<i>Guazuma ulmifolia</i>		x	x			x	
<i>Hampea appendiculata</i>		x					Corteza
<i>Hasseltia floribunda</i>		x	x			x	
<i>Heisteria concinna</i>	x		x			x	
<i>Heliocarpus americanus</i>		x			x		
<i>Hernandia didymantha</i>		x					
<i>Herrania purpurea</i>		x	x				
<i>Hirtella triandra</i>		x					
<i>Hura crepitans</i>		x					
<i>Hyeromima alchorneoides</i>		x			x		
<i>Hymemolobium mesoamericano</i>		x			x		
<i>Inga allenii</i>		x	x			x	
<i>Inga barbourii</i>		x	x			x	
<i>Inga cocleensis</i>		x	x			x	
<i>Inga densiflora</i>		x	x			x	
<i>Inga edulis</i>		x	x	x		x	
<i>Inga leiocalycina</i>		x	x			x	
<i>Inga marginata</i>		x	x			x	
<i>Inga multiflora</i>		x	x			x	
<i>Inga obtusifolia</i>		x	x			x	
<i>Inga oerstediana</i>		x	x	x		x	
<i>Inga pezizifera</i>		x	x			x	

ESPECIE	Bp	Bs	Ff	Fh	Madera	Leña	Otros
<i>Inga samanensis</i>		x	x			x	
<i>Inga sapindoides</i>		x	x	x		x	
<i>Inga Spectabilis</i>		x	x	x		x	
<i>Inga thibaudiana</i>		x	x			x	
<i>Iriartea deltoidea</i>	x						Palmito
<i>Jacaranda copaia</i>		x			x		
<i>Jacaratia dolichaula</i>		x	x				
<i>Karwinskia sp</i>	x				x	x	
<i>Lacunaria panamensis</i>	x		x			x	
<i>Laetia procera</i>		x			x		
<i>Lauraceae sp</i>		x			x		
<i>Lecointea amazonica</i>	x				x	x	
<i>Licania jefensis</i>		x				x	
<i>Licania platypus</i>		x					
<i>Luehea seemannii</i>		x			x		
<i>Lunania parviflora</i>		x					
<i>Macrobium costaricense</i>		x			x		
<i>Mangifera indica</i>		x	x	x			
<i>Manilkara sapota</i>		x	x		x	x	
<i>Maquira costaricana</i>		x	x		x		
<i>Meliosma brenesi</i>		x				x	
<i>Miconia afinis</i>		x				x	
<i>Miconia ampla</i>		x				x	
<i>Miconia puntata</i>		x				x	
<i>Miconia simplex</i>		x					
<i>Micropholis crotonoides</i>		x					
<i>Micropholis melinoniana</i>		x					
<i>Minuartia guianensis</i>		x			x		
<i>Mortoniendron anysophyllum</i>	x				x		
<i>Mortoniendron costaricense</i>	x		x		x		
<i>Mouriri cyphocarpa</i>		x	x		x		
<i>Myristica fragans</i>		x	x	x			
<i>Naucleopsis naga</i>		x			x		
<i>Nectandra membranacea</i>		x			x		
<i>Neea sp</i>		x					
<i>Nephelium lappaceum</i>		x		x			
<i>Ocotea cernua</i>	x				x	x	
<i>Ocotea tenera</i>	x				x	x	
<i>Ocotea wedeliana</i>	x				x		
<i>Ouratea valerii</i>	x				x		

ESPECIE	Bp	Bs	Ff	Fh	Madera	Leña	Otros
<i>Palicourea guianensis</i>		x	x			x	
<i>Parathesis chrysophylla</i>		x			x		
<i>Pentaclethra macroloba</i>	x	x			x	x	
<i>Persea americana</i>		x	x	x		x	
<i>Persea rigens</i>		x	x			x	
<i>Posoqueria latifolia</i>	x	x	x			x	
<i>Poulsenia armata</i>	x	x			x		Corteza
<i>Pouroma minor</i>		x				x	
<i>Pouteria fossicola</i>		x	x	x		x	
<i>Pouteria glomerata</i>		x	x			x	
<i>Pouteria sapota</i>		x	x	x		x	
<i>Pouteria silvestris</i>		x	x			x	
<i>Pouteria torta</i>		x	x			x	
<i>Protium costaricense</i>	x	x			x		
<i>Protium glabrum</i>	x	x			x	x	
<i>Protium pittieri</i>		x			x	x	
<i>Pseudolmedia spuria</i>		x			x		
<i>Psychotria panamensis</i>		x	x		x		
<i>Psychotria sp</i>		x			x		
<i>Pterocarpus hayesii</i>	x	x			x		
<i>Pterocarpus michelianus</i>	x	x			x		
<i>Pterocarpus officinalis</i>	x	x			x	x	
<i>Quararibea asterolepis</i>		x			x		
<i>Quararibea bracteolosa</i>		x	x			x	
<i>Quararibea cordata</i>		x	x	x		x	
<i>Quararibea funebris</i>		x			x	x	
<i>Quararibea obliquifolia</i>		x	x			x	
<i>Quassia amara</i>		x			x		
<i>Rinorea crenata</i>		x				x	
<i>Rinorea squamata</i>		x				x	Pericarpio
<i>Rubiaceae sp1</i>		x	x				
<i>Rudgea trifurcata</i>		x	x				
<i>Sapranthus viriflorus</i>		x			x	x	
<i>Saurauia vesicæ</i>		x					
<i>Simarouba amara</i>		x					
<i>Siparuna griseoflavescens</i>		x			x	x	
<i>Siparuna guianensis</i>		x			x	x	
<i>Siparuna pauciflora</i>		x					
<i>Sloanea guapilensis</i>		x				x	
<i>Sloanea sp</i>		x					
<i>Socratea exorrhiza</i>	x						Palmito

ESPECIE	Bp	Bs	Ff	Fh	Madera	Leña	Otros
<i>Socratea spodita</i>	x						
<i>Solanum sp</i>		x					
<i>Sorocea pubivena</i>	x	x	x				
<i>Spondias mombin</i>		x	x	x		x	
<i>Stauranthus perforatus</i>		x			x	x	
<i>Sterculia costaricana</i>		x			x		
<i>Syzygium malaccense</i>		x	x				
<i>Tabebuia chrisantha</i>	x	x			x		
<i>Talauma gloriensis</i>		x	x			x	
<i>Talisia nervosa</i>		x			x		
<i>Tetradium sp</i>		x			x		
<i>Theobroma bicolor</i>		x	x	x			Corteza
<i>Trattinnickia aspera</i>	x	x			x		Resina
<i>Trema integerrima</i>		x	x		x		
<i>Trichilia quadrijuga</i>	x	x			x		
<i>Trophis racemosa</i>	x	x	x				
<i>Turpinia occidentalis</i>		x					
<i>Unonopsis costaricensis</i>		x					
<i>Viola guatemalensis</i>	x	x			x		
<i>Viola Koschny</i>	x	x			x		
<i>Viola multiflora</i>	x	x			x		
<i>Viola sebifera</i>		x			x		
<i>Vitex cooperi</i>		x			x	x	
<i>Vochysia ferruginea</i>		x			x		
<i>Vochysia guatemalensis</i>		x			x		
<i>Zanthoxylum ekmanii</i>		x			x		

## Anexo 9 (a-b)

**Anexo 9a.** Lista de especies de regeneración natural ( $D \geq 3 - 10 < \text{cm}$ ) encontradas en las parcelas de cacaotales y bosques de Talamanca Area total = 3500 m<sup>2</sup>

	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	Acanthaceae	<i>Aphelandra aurantiaca</i>	Camarón
2	Acanthaceae	<i>Aphelandra sp</i>	Camarón
3	Anacardiaceae	<i>Tapirira myriantha</i>	Cedrillo
4	Anonaceae	<i>Cymbopetalum costaricense</i>	Anona de monte
5	Anonaceae	<i>Anaxagorea crassipetala</i>	Anonillo colorado
6	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Palma dulce
7	Bignoniaceae	<i>Amphitecna sp</i>	Calabacillo de playa
8	Bignoniaceae	<i>Parmentiera macrophylla</i>	Pasica
9	Bombacaceae	<i>Quararibea cordata</i>	Zapote colombiano
10	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Luarel
11	Burseraceae	<i>Protium costaricense</i>	Caraña
12	Burseraceae	<i>Protium pittieri</i>	Copal
13	Capparidaceae	<i>Capparis heydeana</i>	Granadilla de monte
14	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum sp</i>	Sanipinun
15	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	Guayabo de monte
16	Dichapetalaceae	<i>Stephanopodium costaricense</i>	Caja
17	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp</i>	Paleta
18	Euphorbiaceae	<i>Cleidon castaneifolium</i>	Hojancha
19	Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i>	copalchi
20	Fabaceae/Mim	<i>Inga ciliata</i>	Guaba
21	Fabaceae/Mim	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán
22	Fabaceae/Mim	<i>Cojoba catenata</i>	Lorito
23	Fabaceae/Mim	<i>Inga edulis</i>	Guaba
24	Fabaceae/Mim	<i>Inga oerstediana</i>	Guaba
25	Flacourtiaceae	<i>Carpotroche platyptera</i>	Carambola de monte
26	Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	Quizarrá
27	Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i>	Sigua
28	Lauraceae	<i>Ocotea dendrodaphne</i>	Aguacate de mono
29	Malpighiaceae	<i>Bunchosia ursana</i>	Cerezo
30	Melastomataceae	<i>Miconia simplex</i>	Canilla de mula
31	Melastomataceae	<i>Mouriri cyphocarpa</i>	Candelero
32	Melastomataceae	<i>Miconia pedicellata</i>	Canilla de mula
33	Meliaceae	<i>Trichilia quadrijugata</i>	Canfin
34	Meliaceae	<i>Guarea talamancana</i>	Caoba de monte
35	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Cola de pava



	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
36	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Limoncillo
37	Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Hule
38	Moraceae	<i>Naucleopsis naga</i>	Amargo
39	Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	Granadillo
40	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche
41	Moraceae	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Cansanegro
42	Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i>	Ojochito
43	Myristicaceae	<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá
44	Myristicaceae	<i>Myristica fragans</i>	Nuez moscada
45	Myrsinaceae	<i>Ardisia palmata</i>	Tucuico
46	Ochanaceae	<i>Cespedesia macrophylla</i>	Cola de pavo
47	Quiinaceae	<i>Lacunaria panamensis</i>	Quina
48	Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	Pichepán
49	Rubiaceae	<i>Faramea multiflora</i>	Cafetillo
50	Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	Fruta de mono
51	Rubiaceae	<i>Hippotis albiflora</i>	Cafetillo
52	Rubiaceae	<i>Psychotria panamensis</i>	Cafecillo
53	Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafecillo
54	Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp2</i>	Desconocido
55	Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i>	Cafecillo
56	Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	Azulejo
57	Rubiaceae	<i>Psychotria chitariana</i>	Cafecillo
58	Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i>	Zapotillo
59	Sapotaceae	<i>Pouteria silvestris</i>	Zapote silvestre
60	Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i>	Zorrillo
61	Solanaceae	<i>Cestrum macrophyllum</i>	Zorrillo
62	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Zorrillo
63	Sterculiaceae	<i>Herrania purpurea</i>	Cacao de monte
64	Tiliaceae	<i>Geothalsia meiantha</i>	Guacimo blanco
65	Urticaceae	<i>Myriocarpa longipes</i>	Ortiga
66	Verbenaceae	<i>Aegiphila anomala</i>	Tabaquillo
67	Violaceae	<i>Rinorea squamata</i>	Jicarito
68	Violaceae	<i>Gloeospermum diversipetalum</i>	Violeta
69	Violaceae	<i>Rinorea crenata</i>	Rinorea
70	Zamiaceae	<i>Zamia skinnerii</i>	Zamia

**Anexo 9b.** Lista de especies de regeneración natural ( $D < 3$  cm) encontradas en las parcelas de cacaotales y bosques de Talamanca Area total = 700 m<sup>2</sup>

	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	Anonaceae	<i>Anaxagorea crassipetala</i>	Anonillo colorado
2	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Palma dulce
3	Bombacaceae	<i>Quararibea asterolepis</i>	Garrocho
4	Bombacaceae	<i>Quararibea cordata</i>	Zapote colombiano
5	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
6	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp</i>	Paleta
7	Euphorbiaceae	<i>Croton schiedeanus</i>	Copalchi
8	Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>	Ortiga
9	Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Jabillo
10	Fabaceae/Mim	<i>Inga ciliata</i>	Guaba
11	Fabaceae/Mim	<i>Macrobium costaricense</i>	Pata de elefante
12	Fabaceae/Mim	<i>Inga samanensis</i>	Guaba
13	Fabaceae/Mim	<i>Inga oerstediana</i>	Guaba
14	Fabaceae/Mim	<i>Inga edulis</i>	Guaba
15	Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>	Casearia
16	Hippocastanaceae	<i>Billia colombiana</i>	Cocora
17	Lauraceae	<i>Persea rigens</i>	Aguacatillo de monte
18	Lauraceae	<i>Licaria sp</i>	Quizarrá
19	Lauraceae	<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>	Aguacatillo
20	Lecythidaceae	<i>Grias cauliflora</i>	Tabacón
21	Magnoliaceae	<i>Talauma gloriensis</i>	Anonillo
22	Malvaceae	<i>Hampea appendiculata</i>	Burío blanco
23	Melastomataceae	<i>Miconia pedicellata</i>	Canilla de mula
24	Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i>	Guarea
25	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Cola de pava
26	Monimiaceae	<i>Siparuna griseoflavescens</i>	Cofalillo
27	Moraceae	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Cansanegro
28	Moraceae	<i>Poulsenia armata</i>	Mastate
29	Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	Ojochillo colorado
30	Moraceae	<i>Perebea angustifolia</i>	Perebea
31	Moraceae	<i>Perebea sp</i>	Perebea
32	Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Hule
33	Myristicaceae	<i>Compsonura sprucei</i>	Sangre
34	Myrsinaceae	<i>Ardisia palmana</i>	Tucuico
35	Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	Chupete

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
36 Oleaceae	<i>Chionanthus panamensis</i>	Comenegro
37 Piperaceae	<i>Piper hispidum</i>	Cigarrillo
38 Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Anisillo
39 Rhamnaceae	<i>Colubrina spinosa</i>	Pichepán
40 Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i>	Cafecillo
41 Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	Fruta de mono
42 Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i>	Azulejo
43 Rubiaceae	<i>Rubiaceae spl</i>	Desconocido
44 Rubiaceae	<i>Faramea multiflora</i>	Cafecillo
45 Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito
46 Sterculiaceae	<i>Herrania purpurea</i>	Cacao de monte
47 Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Capulín
48 Tiliaceae	<i>Geothalsia meiantha</i>	Guacimo blanco
49 Turneraceae	<i>Turnera angustifolia</i>	Dachalong
50 Ulmaceae	<i>Ampelocera macrocarpa</i>	Recoldo
51 Verbenaceae	<i>Vitex cooperi</i>	Manú blanco
52 Violaceae	<i>Rinorea squamata</i>	Jicarito
53 Vochysiaceae	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Sangrillo

**Anexo 10.** Número de individuos (DAP < 10 cm) por especie y por hábitat (CME = cacao multi-estratificado, CCF = Cacao con frutales, CCM = cacao con musaceas y CES = cacao con estrato simple)

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
<i>Acalypha macrostachya</i>	2					2
<i>Aegiphila anomala</i>	1					1
<i>Ampelocera macrocarpa</i>	1					1
<i>Amphitecna sp</i>	1					1
<i>Anaxagorea crassipetala</i>	5					5
<i>Aphelandra aurantiaca</i>	1					1
<i>Aphelandra sp</i>	5					5
<i>Ardisia palmana</i>	2					2
<i>Billia colombiana</i>	1					1
<i>Brosimum alicastrum</i>	1					1
<i>Brosimum guianense</i>	2					2
<i>Brosimum lactescens</i>	1					1
<i>Bunchosia ursana</i>	1					1
<i>Capparis heydeana</i>	3					3
<i>Carpotroche platyptera</i>	2					2
<i>Casearia arborea</i>	1					1
<i>Castilla elastica</i>	6	1				7
<i>Cespedesia macrophylla</i>		2				2
<i>Cestrum macrophyllum</i>	2					2
<i>Cestrum racemosum</i>	3					3
<i>Chionanthus panamensis</i>	1					1
<i>Chrysophyllum cainito</i>	1					1
<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>		1				1
<i>Cleidon castaneifolium</i>	1					1
<i>Cojoba catenata</i>	1					1
<i>Colubrina spinosa</i>	3					3
<i>Compsoeura sprucei</i>	1					1
<i>Cordia alliodora</i>		3		4		7
<i>Croton schiedeanus</i>	2					2
<i>Cymbopetalum costaricense</i>	1					1
<i>Eugenia stipitata</i>			2			2
<i>Faramea multiflora</i>	2					2
<i>Faramea occidentalis</i>	5					5
<i>Geothalsia meiantha</i>		1		1		2
<i>Gloeospermum diversipetalum</i>	1					1
<i>Grias cauliflora</i>	2			3		2
<i>Guarea guidonia</i>	1					4

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
<i>Guarea kuntiana</i>	1					1
<i>Guarea talamancana</i>	1					1
<i>Guazuma ulmifolia</i>		1				1
<i>Hampea appendiculata</i>		2				2
<i>Hedyosmum sp</i>	1					1
<i>Heisteria acuminata</i>	2					2
<i>Herrania purpurea</i>	3					3
<i>Hippotis albiflora</i>	1					1
<i>Hura crepitans</i>		1				1
<i>Inga ciliata</i>	2					2
<i>Inga edulis</i>		2		1		3
<i>Inga oerstediana</i>	1		1	1		3
<i>Inga samanensis</i>	1					1
<i>Iriartea deltoidea</i>	6					6
<i>Lacunaria panamensis</i>	1					1
<i>Licaria sp</i>	1					1
<i>Macrolobium costaricense</i>	1					1
<i>Miconia pedicellata</i>	2					2
<i>Miconia simplex</i>	4					4
<i>Mouriri cyphocarpa</i>	1					1
<i>Myriocarpa longipes</i>	4					4
<i>Myristica fragans</i>			1			1
<i>Naucleopsis naga</i>	2					2
<i>Nectandra membranacea</i>	3					3
<i>Ocotea cernua</i>	1					1
<i>Ocotea dendrodaphne</i>	1					1
<i>Palicourea angustifolia</i>	1					1
<i>Palicourea guianensis</i>	3					3
<i>Parmentiera macrophylla</i>	1					1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	1					1
<i>Perebea angustifolia</i>	3					3
<i>Perebea sp</i>	3					3
<i>Persea rigens</i>	1					1
<i>Piper auritum</i>		1				1
<i>Piper hispidum</i>	1					1
<i>Posoqueria latifolia</i>	4					4
<i>Poulsenia armata</i>	1					1
<i>Pouteria glomerata</i>	2					2
<i>Pouteria silvestris</i>	1					1
<i>Protium costaricense</i>	3					3
<i>Protium pittieri</i>	1					1
<i>Pseudolmedia spuria</i>	3					3
<i>Psychotria chitariana</i>	2					2

ESPECIE	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
<i>Psychotria panamensis</i>	2					2
<i>Quararibea asterolepis</i>		1				1
<i>Quararibea cordata</i>			2			2
<i>Rinorea crenata</i>	2					2
<i>Rinorea squamata</i>	8					8
<i>Rubiaceae sp1</i>	1					1
<i>Rubiaceae sp2</i>	1					1
<i>Siparuna griseoflavescens</i>	1					1
<i>Siparuna guianensis</i>	2					2
<i>Sloanea sp</i>	2					2
<i>Solanum sp</i>	1					1
<i>Stephanopodium costaricense</i>	1					1
<i>Talauma gloriensis</i>	2					2
<i>Tapirira myriantha</i>	1					1
<i>Terminalia oblonga</i>	1					1
<i>Trichilia quadrijuga</i>	1					1
<i>Turnera angustifolia</i>	1					1
<i>Vitex cooperi</i>	1					1
<i>Vochysia guatemalensis</i>		1				1
<i>Zamia skinnerii</i>	1					1
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>196</b>

**Anexo 11.** Numero de escarabajos por especies por hábitats (CME = cacao multi-estratificado, CCF = cacao con especies arbóreas y frutales, CCM = cacao con especies arbóreas y musaceas, y CES = cacao con estrato simple)

ESPECIES	BOSQUE	CME	CCF	CCM	CES	TOTAL
<i>Ateuchus spl</i>	8	2	1	1	1	13
<i>Canthidium ardens</i>		2			16	18
<i>Canthidium aurifex</i>		12	1			13
<i>Canthidium centrale</i>			4			4
<i>Canthidium spl45</i>	6	1	1		2	10
<i>Canthidium vespertinum</i>	1				3	4
<i>Canthon aequinoctialis</i>	239	162	326	394	542	1663
<i>Canthon cyanellus</i>		11	9	6	10	36
<i>Canthon hartmanni</i>		1				1
<i>Canthon meridionalis</i>	1	2	46	106	600	755
<i>Canthon moniliatus</i>	37	257	64	35	215	608
<i>Copris incertus</i>	104	5	10		2	121
<i>Copris laeviceps</i>		4	16		2	22
<i>Coprophanaeus telamon</i>		1		1	5	7
<i>Deltochilum pseudoparile</i>		4	2	1		7
<i>Dichotomius annae</i>	2	4	43	122	28	199
<i>Dichotomius favi</i>	11	8	6		1	26
<i>Dichotomius satanas</i>	74	9	90	4	77	254
<i>Eurysternus caribaeus</i>	52	11	12		4	79
<i>Eurysternus foedus</i>	7	4	5	1	1	18
<i>Eurysternus mexicanus</i>	14	44	84	12	22	176
<i>Eurysternus plebejus</i>	32	63	79	4	75	253
<i>Onthophagus acuminatus</i>	389	385	385	225	339	1723
<i>Onthophagus batesi</i>	6	15	48	122	82	273
<i>Onthophagus coscineus</i>	38	13	1		27	79
<i>Onthophagus limonensis</i>	64	74	9	16	37	200
<i>Onthophagus marginicollis</i>	2		1	1		4
<i>Onthophagus nyctopus</i>	21					21
<i>Onthophagus stockwelli</i>	3	1	1		1	6
<i>Pedaridium pilosum</i>	2				2	4
<i>Phanaeus pyrois</i>	11	17	14	9	27	78
<i>Scatimus erinnyos</i>	77	1	8			86
<i>Sulcophanaeus noctis</i>	33	14	10	1		58
<i>Uroxys macrocularis</i>	21	6	1	2	65	95
<i>Uroxys microcularis</i>					28	28
<i>Uroxys platypyga</i>	5					5
<b>Total</b>	<b>1260</b>	<b>1133</b>	<b>1277</b>	<b>1063</b>	<b>2214</b>	<b>6947</b>