



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa  
FAREM-Matagalpa

Monografía para optar al título de Ingeniería Agronómica

Caracterización de la vegetación arbórea asociada al cacao (*Theobroma cacao* L)  
y en fragmentos boscosos del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009-  
2010.

**Autores:**

Ing. Aura Meyling Matey Centeno  
Ing: Lester Heriberto Zeledón Pineda

**Tutor:**

MSc Francisco Javier Chavarría

**Asesores:**

MSc Luís Orozco Aguilar  
MSc Arlene López Sampson



Matagalpa, Noviembre, 2010.



## Tabla de contenidos

| <b>Contenidos</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Resumen  |               |
| Agradecimiento   |               |
| Dedicatoria  |               |
| Opinión del tutor  |               |
| I. Introducción.....   | 1             |
| II. Antecedentes.....  | 2-4           |
| III Justificación.....   | 5             |
| IV Planteamiento del problema.....   | 6             |
| 4.1 Preguntas de investigación.....  | 6             |
| 4. 2 General.....  | 6             |
| 4.3 Específicas.....   | 6             |
| V. Objetivos.....  | 7             |
| 5.1. General.....  | 7             |
| 5.2. Específicos.....  | 7             |
| VI. Hipótesis.....   | 8             |
| 6.1 General.....   | 8             |
| 6.2 Específicas.....   | 8             |
| VII. Marco Teórico.....  | 9-24          |
| 7.1 Estudios preliminares y/o similares al actual.....                                     | 9-19          |
| 7.1.1 Inventarios botánicos en cacaotales.....   | 9-14          |
| 7.1.2 Usos de especies arbóreas y musáceas que obtienen los productores<br>de los SAF..... | 14-18         |
| 7.1.3 Sistemas agroforestales con café ( <i>Coffea arabica L</i> ).....                    | 18-19         |
| 7.2 Conceptos y Definiciones agroforestales.....   | 19-21         |
| 7.2.1 Agroforestería.....  | 19            |
| 7.2.2 Sistemas Agroforestales (SAF).....   | 19            |
| 7.2.3Vegetación.....   | 19            |
| 7.2.4 Planta Leñosa.....   | 19-20         |
| 7.2.5 El término “bien”.....   | 20            |

|   |       |
|---|-------|
| 7.2.6 Servicios ambientales.....  | 20    |
| 7.2.7 Cacaotal.....   | 20    |
| 7.2.8 Dosel.....  | 20    |
| 7.2.9 Estructura vertical.....  | 20    |
| 7.2.10 Estructura horizontal.....   | 21    |
| 7.2.11 Bienes y Servicios provistos por SAF con cacao.....                              | 21-24 |
| VIII. Diseño Metodológico.....  | 25-35 |
| 8.1 Descripción del sitio.....  | 25    |
| 8.2 Tipo de Investigación.....  | 26    |
| 8.3 Población y muestra .....   | 26    |
| 8.3.1 Diseño el muestreo.....   | 26    |
| 8.3.2 Muestreo y codificación de los cacaotales.....                                    | 27    |
| 8.3.3 Ubicación, forma, superficie y topografía del cacaotal.....                       | 27    |
| 8.3.4 Metodología de muestreo dentro de cada cacaotal.....                              | 27-28 |
| 8.3.5 Topografía del cuadro de muestreo.....  | 28    |
| 8.3.6 Estructura del cacaotal.....  | 28-31 |
| 8.4 Técnicas de recolección de información.....   | 31    |
| 8.5 Operacionalización de la variables.....   | 32-33 |
| 8.6 Análisis estadísticos de la información.....  | 34-35 |
| IX. Resultados y Discusión.....   | 36-56 |
| 9.1 Descripción de los cacaotales y su dosel de sombra.....                             | 36    |
| 9.2 Tipologías de SAF-Cacao en Waslala.....   | 36-39 |
| 9.3 Composición botánica.....   | 39-43 |
| 9.3.1 Especies registradas en fragmentos de Bosque.....                                 | 41-42 |
| 9.3.2 Especies registradas en SAF-Cacao.....  | 42    |
| 9.3.3 Especies registradas en ambos sistemas (SAF-Cacao y fragmentos de<br>Bosque)..... | 42-43 |
| 9.4 Estructura vertical de los SAF-Cacao.....   | 43-45 |
| 9.5 Estructura horizontal de los SAF-Cacao.....   | 45-49 |
| 9.5.1 Área de copa.....   | 47-48 |
| 9.5.2 Forma de copa.....  | 48-49 |

|   |       |
|---|-------|
| 9.6 Clases diamétricas de la población arbórea registrada en SAF-Cacao y Fragmentos boscosos..... | 50    |
| 9.7 Estructura funcional de los SAF-Cacao en Waslala.....   | 51-52 |
| 9.8 Manejo agroforestal del dosel de sombra.....  | 52-56 |
| 9.8.1 Características favorables de un buen árbol de sombra.....                                  | 53    |
| 9.8.2 Criterios locales para plantar especies de sombra en SAF-Cacao.....                         | 53-54 |
| 9.8.3 Cuantos árboles de sombra prefiere el productor plantar en el cacaotal.....                 | 54-55 |
| 9.8.4 Manejo de la sombra.....  | 55-56 |
| 9.8.5 Origen de los árboles en los SAF-Cacao.....   | 56    |
| X. Conclusiones.....  | 57    |
| XI Recomendaciones.....   | 58    |
| XII Bibliografía.....   | 59-63 |
| XIII Anexos.  |       |

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1:** Presupuesto de ejecución de la investigación.
- Anexo 2:** Cronograma de actividades.
- Anexo 3:** Formato para toma de datos para la localización de los productores.
- Anexo 4:** Encuesta para rescatar información sobre el manejo agroforestal que practican los productores a la vegetación arbórea en los SAF-Cacao.
- Anexo 5:** Formulario para la recopilación de información general de cacaotales.
- Anexo 6:** Formulario de composición botánica y estructural.
- Anexo 7:** Visualización de variables que ayudan en la separación de los conglomerados.
- Anexo 8:** Medidas resumen de las 15 variables cuantitativas por conglomerados.
- Anexo 9:** Altura total, comercial y de copa de la vegetación arbórea de los SAF-Cacao de Waslala.
- Anexo 10:** Estructura funcional del dosel (categorías de usos).
- Anexo 11:** Listado de artículos sobre la composición florística y estructural del dosel de sombra de los sistemas agroforestales con café y cacao en Mesoamerica.
- Anexo 12:** Lista de especies registradas en los SAF-Cacao, Waslala, Nicaragua.
- Anexo 13:** Lista de especies registrada en fragmentos de bosque, Waslala, Nicaragua.
- Anexo 14:** Lista de individuos registrados en ambos sistemas SAF-Cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.
- Anexo 15:** Levantamiento de datos en la parcela de muestreo en SAF-Cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Figura 1:</b>  | Esquema un sistema agroforestal con cacao en Talamanca (A partir de APPTA, 2007).....  | 23 |
| <b>Figura 2:</b>  | Esquema de un dosel de sombra de un SAF-Cacao planteado por Somarriba 2005.....  | 24 |
| <b>Figura 3:</b>  | Localización del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua.....  | 25 |
| <b>Figura 4:</b>  | Parcela de cacaotal con la ubicación de la parcela de muestrear.....   | 27 |
| <b>Figura 5:</b>  | División del cuadro del muestreo en 10 celdas identificadas con códigos.....   | 28 |
| <b>Figura 6:</b>  | Cálculo del área basal en los SAF-cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.....   | 29 |
| <b>Figura 7:</b>  | Cálculo del área de copa en los SAF-cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.....   | 30 |
| <b>Figura 8:</b>  | Toma de ángulos con el clinómetro para determinar la altura total, comercial y de copa de la vegetación arbórea en SAF-cacao y fragmentos de bosques de Waslala..... | 30 |
| <b>Figura 9:</b>  | Grupos o tipologías de SAF-Cacao según variables estructurales y biofísicas de los cacaotales.....   | 37 |
| <b>Figura 10:</b> | Variables con mayor peso en la conformación de grupos de los SAF-Cacao.....  | 39 |
| <b>Figura 11:</b> | Distribución diamétrica de la población arbórea asociada al cacao.....   | 50 |
| <b>Figura 12:</b> | Distribución diamétrica de la población arbórea en fragmentos de bosque.....   | 50 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                   |  |       |
|-------------------|--|-------|
| <b>Cuadro 1:</b>  | Tipos y número de parcelas establecidas en diferentes estratos altitudinales de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.....                  | 26    |
| <b>Cuadro 2:</b>  | Operacionalización de las variables.....   | 32-33 |
| <b>Cuadro 3:</b>  | VARIABLES reportadas para la caracterización de los SAF-Cacao y fragmentos boscosos en el Municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua..... | 35    |
| <b>Cuadro 4:</b>  | Valores medios de las variables estructurales de los SAF-Cacao (Prueba ANDEVA-Multivariada de Hotellig-95% de confianza)..           | 38    |
| <b>Cuadro 5:</b>  | Estratos en el dosel de los SAF-Cacao de Waslala.....  | 44    |
| <b>Cuadro 6:</b>  | Diámetro a la altura del pecho y Área Basal de los SAF-Cacao y fragmentos de bosques.....  | 46    |
| <b>Cuadro 7:</b>  | Área de copa de la vegetación registrada en los SAF-Cacao y fragmentos de bosques.....   | 47    |
| <b>Cuadro 8:</b>  | Diferentes formas de copa registradas en la vegetación de SAF-cacao y fragmentos bosque.....   | 49    |
| <b>Cuadro 9:</b>  | Bienes y servicios que brinda la vegetación arbórea a las familias productoras de Waslala.....                                       | 51    |
| <b>Cuadro 10:</b> | Características preminentes de un buen árbol de sombra mencionados por los productores de cacao en Waslala.....                      | 53    |
| <b>Cuadro 11:</b> | Criterios que toman en cuenta los productores de cacao para establecimiento de especies arbóreas.....                                | 54    |
| <b>Cuadro 12:</b> | Criterios que toman en cuenta los productores para determinar la cantidad de especies arbóreas en las plantaciones de cacao.....     | 55    |
| <b>Cuadro 13:</b> | Diferentes técnicas o prácticas utilizadas por los productores para la regulación de sombra.....                                     | 56    |

## RESUMEN

Se estudió la composición botánica y estructural de la vegetación leñosa presentes en 36 parcelas experimentales de 1000m<sup>2</sup> cada una en Sistemas Agroforestales-Cacao y 4 parcelas en fragmentos boscosos, encontrándose 2,375 plantas de cacao de (660 árb/ha<sup>-1</sup>); La abundancia de musáceas fue 654 individuos (182 musáceas/ha<sup>-1</sup>), se registró un total de 1,390 individuos (348 árb/ha<sup>-1</sup>, pertenecientes a 56 familias, 110 géneros y 130 especies). La especie más abundante fue *Cordia alliodora* (22 individuos ha<sup>-1</sup>); *Bactris gasipaes* (20 individuos ha<sup>-1</sup>) y *Ryania speciosa* (17 individuos ha<sup>-1</sup>). Se aplicó un análisis de conglomerado usando 15 variables cuantitativas para generar grupos de SAF-Cacao (Cacao-musaceas; Cacao-simple; Cacao-diversificado), con características similares dentro de cada grupo pero diferentes entre ellos, adicionándose el grupo de fragmentos boscosos. 5.18 % de los árboles en cacaotales ocurre en el estrato alto >25m; el 67.37% en el estrato medio (9-24m) y el restante 27.44% al estrato bajo (1-8m). En los SAF-Cacao el número de árboles aumenta conforme el DAP es  $\geq$  a 20m, mientras que los fragmentos boscosos disminuye a medida que se aleja de los DAP <5cm. La especie que registró mayor área basal en los cacaotales fue Guayabón (*Terminalia oblonga*) y en fragmentos boscosos fue Areno blanco (*Zuelania guidonia*). Las técnicas básicas que usan los productores para el manejo de sombra es el desrame y raleo. Los bienes adicionales que genera la vegetación arbórea a los productores son: Leña 80 %, Alimento para animales silvestres 50 %, Alimento para personas 49 % Madera 45 % Construcción 38 % entre otros.

**Palabras claves:** Composición, estructura, sistemas, cacao, fragmento, diversidad.



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la protección y perseverancia durante la etapa de campo de este estudio.

A nuestros padres, compañeros, amigos por darnos siempre su apoyo incondicional.

Al proyecto Cacao Centroamérica y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (PCC-CATIE), por darnos la oportunidad de realizar esta investigación y brindarnos el apoyo financiero para que se llevara a cabo.

A los promotores y promotoras de la cooperativa CACAONICA por su participación y facilitarnos información acerca del estudio.

A los productores por su hospitalidad, trabajo dedicado y por permitir establecer las parcelas en sus cacaotales.

Al colectivo de agronomía: MSc. Francisco Chavarria, PhD. Jairo Rojas, Ing. Evelyn Calvo y el MSc Julio Laguna por facilitarnos los medios logísticos para la realización de este estudio.

Aura Meyling Matey Centeno

Lester Heriberto Zeledón Pineda

## **DEDICATORIA**

A Dios por darnos el regalo maravilloso de la vida y por permitirnos culminar nuestros estudios con éxito, por guiarnos, por darnos sabiduría, fortaleza, bendiciones, protección y gracia.

A nuestros padres: Lucrecia del Carmen Centeno y Juan Ramón Matey; Martha Pineda Zeledón y Jose Heriberto Zeledón, por brindarnos su apoyo incondicional y motivarnos a seguir siempre adelante.

A nuestros hermanos (as): Por estar siempre pendientes para colaborarnos en lo que necesitamos.

Al tutor y asesor: MSc. Francisco Javier Chavarria y MSc. Luís Orozco Aguilar, por apoyarnos incondicionalmente

Aura Meyling Matey Centeno

Lester Heriberto Zeledón Pineda

## **OPINION DEL TUTOR**

Por este medio yo Francisco Javier Chavarría Aráuz, en mi calidad de tutor de la monografía de los egresados Aura Meyling Matey Centeno y Lester Heriberto Zeledón Pineda, titulada “Caracterización de la vegetación arbórea asociada al cacao (*Theobroma cacao*) y en fragmentos boscosos del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua 2009-2010”. En base a las diversas revisiones que de parte de los colegas del equipo de agronomía así como de mi persona se han realizado al documento. Avalo la entrega del documento considerando que el mismo cumple con los criterios de calidad conforme a las normativas que la UNAN Managua para la modalidad de monografía.

En cuanto al desempeño de los optantes al título de Ingeniería Agrónoma considero que han realizado un gran esfuerzo por llevar a feliz término su trabajo, demostrando mucha dedicación y empeño. Felicidades y éxitos para los colegas Aura y Lester. **Que Dios les bendiga siempre.**

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*) se cultiva bajo sistemas agroforestales (SAF), asociado principalmente con café (*Coffea arábica*), plátano (*Musa spp*), frutales y maderables, los cuales al mismo tiempo que producen sombra al cacao, generan al agricultor otras alternativas de ingresos. Los SAF se caracterizan por conservar el suelo y el ambiente, además que son grandes generadores de biomasa, capturan CO<sub>2</sub> y por ser eficientes liberadores de oxígeno (Buchert, J 2008). Según Vega (2005) los SAF junto a los parches de bosques pueden ser herramientas para la conservación de biodiversidad, ya que tienen la capacidad de albergar gran diversidad de especies y conectar paisajes fragmentados. Pues debido a su estructura multi-estratificada proporcionan hábitat, recursos y alimentos a una variedad de especies de animales y plantas.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la composición botánica, estructura vertical, horizontal para determinar la diversidad funcional del dosel de sombra de los cacaotales que proveen a las familias productoras y a la sociedad, el estudio se aplicó a 36 SAF-Cacao y 4 fragmentos boscosos ubicados en dos rangos altitudinales >350 msnm y <280 msnm, se estableció una parcela temporal de medición de 1000 m<sup>2</sup> (20m x 50m), identificándose las especies arbóreas asociadas al cacao, el diámetro a la altura del pecho (DAP), mediciones de copa, formas de copa, altura de árboles, plantas de cacao y tallos de musaceas para ello se utilizó clinómetro, cintas métricas y cintas diamétricas, adicional se aplicó un cuestionario semiestructurado al productor para identificar el conocimiento y manejo agroforestal que practican a las especies leñosas asociadas al cacao; para la toma de datos en fragmentos de bosque se precedió de igual manera.

Para facilitar al lector una mayor comprensión dicho estudio se encuentra organizado con los siguientes capítulos: Antecedentes, Justificación, Planteamiento del problema, Objetivos, Hipótesis, Marco Teórico, Metodología, Discusión de resultados, Conclusiones, Recomendaciones y Anexos.

## II. ANTECEDENTES

### **El cacao en Nicaragua.**

Nicaragua se ubica en el lugar 42 de los países productores de cacao y participa con un 0,03% en el comercio mundial (ICCO, 2010). La producción de cacao, al igual que en el resto del país, se encuentra en manos de pequeños productores que asocian el cultivo con árboles frutales y maderables y otros cultivos como el café. La creciente demanda mundial de cacao y los atractivos precios del mercado, ha motivado al gobierno de Nicaragua y agencias de cooperación a reactivar el cultivo de cacao. En el país existen unos 20 proyectos cacaoteros trabajando en cuatro núcleos productivos; 1) Rancho Grande y Waslala, 2) El Triangulo Minero, 3) El Rama, Muelle de los Bueyes Nueva Guinea y 4) Departamento de Río San Juan; tales proyectos fomentan el establecimiento de nuevas plantaciones y la rehabilitación de cacaotales existentes (Guharay, 2006). A nivel nacional se cultivan alrededor de 6,500 ha (6,500 productores), en parcelas pequeñas menores de 1 ha en promedio. En el año 2008, Nicaragua produjo entre 1,500-2,500 t año<sup>-1</sup> (Büchert, 2008) de los cuales exporto 1,227.02 toneladas, lo que representó para la economía nacional U\$ 2 131,988.47 (0.35% más respecto al 2007) (CETREX, 2009). El precio promedio pagado al productor durante 2008 fue de 1.74 \$/kg de cacao orgánico fermentado en los mercados internacionales, por encima de los 1.47 \$/kg que se cotizó el cacao en las bolsas de New York y Londres tal situación ha motivado a los productores a rehabilitar y aumentar áreas de cacao afectadas por plagas, enfermedades y por el mal manejo técnico. El potencial productivo de Nicaragua se estima en unas 20,000 ha, principalmente en la región Atlántica del país (Grebe, 1999). Aprovechando el potencial de tierra y mejorando la genética de las plantaciones hasta alcanzar un rendimiento promedio de 500 kg ha<sup>-1</sup>, Nicaragua podría producir para el 2015 unas 10,000 t de cacao en grano (Guharay, 2006).

### **La línea base de los SAF-Cacao de Waslala.**

El 25 % de los productores del municipio de Waslala establecen sus cacaotales bajo bosques socolados y raleados (Sandino, 1998). El Municipio de Waslala concentra el 45% de la producción total del país. Se estima que existen entre 1,000 – 1,700 ha de cacao, con una producción aproximada de 562 t año<sup>-1</sup> y un rendimiento promedio de 328 kg ha<sup>-1</sup> (CATIE, 2008). Los cacaotales se ubican a una altitud media de 412 msnm (153-774 msnm). El 53% de los productores maneja dos parcelas de cacao en sus fincas, el otro 47 % manejan de 3 a 6 parcelas a razón de 1,5 ha finca<sup>-1</sup> y una densidad de 640 plantas ha<sup>-1</sup>. La productividad media de los cacaotales fue de 328 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> ( $\pm 90$  kg) y la edad media fue de 20 años con un rango de 4 y 38 años. Los productores cultivan tres “tipos” de cacao en las fincas: 1) el cacao criollo o indio, es el más viejo y ocupa el segundo lugar en superficie; 2) el cacao híbrido o “mejorado” plantado en la década de los 90 y ocupa la mayor área de las fincas, y 3) el cacao injertado, es el más reciente en las fincas y el de menor superficie en las fincas. Los cacaotales más viejos datan de 1972 y los más recientes del 2006. Las plantas de cacao tienen una altura promedio de 4.5 m lo que evidencia que son plantas viejas y poco manejadas. El 90% de los productores tienen sus propios viveros para producir plantas y establecer nuevas áreas de cacao, el resto de productores amplían sus parcelas comprando en viveros o injertando en sus fincas (Orozco y Deheuvels, 2008)

### **El dosel de sombra de los cacaotales de Waslala.**

El CATIE-PCC (2008) inventarió, mediante parcelas de muestreo de 1000 m<sup>2</sup>, todos los árboles con DAP ( $\geq 10$  cm) en 250 fincas cacaoteras de Waslala. Se registraron un total de 2966 árboles en 25 ha con una densidad promedio de 118 árboles ha<sup>-1</sup> ( $\pm 35$  árboles). La riqueza promedio fue de siete especies ( $\pm 3$  especies) en 1000 m<sup>2</sup>. Del total de árboles inventariados el 50% se ubicó en el estrato bajo (1-10 m), el 33% en el estrato medio (11-20 m) y el restante 17% en el estrato alto (más de 20 m). El 75% de los cacaotales presenta solo dos estratos de sombra. Las especies que dominan el estrato bajo son frutales: cítricos (*Citrus* spp), las musáceas (*Musa* spp), mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*) y guayaba (*Psidium guajava*); en el estrato medio resaltan especies de sombra: guabas (*Inga* spp), madero negro (*Gliricidia sepium*), guarumo (*Cecropia peltata*) y roble (*Tabebuia rosea*).

En el estrato alto sobresalen los maderables de regeneración natural: laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrella odorata*), nogal (*Juglans ollanchana*) y la palma del pejibaye (*Bactris gasipaes*). El CATIE-PCC (2008) reporta que el 85% de los cacaotales de Waslala presenta un dosel de sombra deficiente, dado que es común observar dentro de las plantaciones sitios con poca sombra y parches con demasiada sombra. Esto obedece a que los productores reclutan de la regeneración natural árboles maderables y de servicio, para dar sombra al cacao sin considerar la buena distribución horizontal de los árboles sobre el terreno. Por otro lado, cuando se aprovecha algún árbol maderable o bien se pierde por causas naturales como vejez, enfermedad o volcamiento por el viento, los productores no “reponen” los árboles aprovechados o caídos, favoreciendo así la sombra dispareja en los cacaotales (Somarriba, 2005).

### III. JUSTIFICACIÓN

Según Parrish *et al*, en los años de 1999 habían pocos estudios a cerca de la composición de la flora en cacaotales pero cada día se reconoce más la importancia de estas plantaciones para hospedar poblaciones de flora tropical. Suatunce *et al.*, (2003) menciona, a esto se agrega que estas plantaciones amortiguan el impacto de la deforestación de las áreas protegidas y sirven de conexión entre los ecosistemas intactos y manejados del paisaje.

Las plantaciones tradicionales de cacao establecidas con una diversidad de especies arbóreas proporcionan; aparte de sombra, beneficios económicos, ecológicos, sociales también diversifican los ingresos de la finca y del hogar (Ortiz, M 2006).

A pesar que son múltiples las acciones encaminadas a apoyar el cultivo de cacao en la zona de Waslala, pocos estudios se han realizado sobre bienes que ofrece la vegetación arbórea asociada al cacao a las familias productoras. El conocimiento de la diversidad, composición florística y estructura de un determinado ecosistema es primordial porque permite identificar limitantes y oportunidades para realizar un adecuado plan de manejo (Vega, 2005).

Identificar la vegetación arbórea asociada al cacao, las percepciones de los productores sobre la selección y el manejo de los árboles de sombra, se presentan como una alternativa para obtener un adecuado diseño vertical y horizontal del dosel con el fin de satisfacer las necesidades de sombra del cultivo de cacao, favorecer a los productores de los múltiples usos y beneficios que pueden aportar los árboles para sombra y así proponer mejoras en los doseles de sombra de cacaotales de Waslala, además permite a los productores mejorar el conocimiento sobre sistemas agroforestales con cacao (SAF-Cacao).



#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cerca del 70% de cacao del mundo se cultiva en asociación con árboles de sombra y/o con cultivos anuales y perennes. Sin embargo, en la mayoría de los países tropicales, las áreas cubiertas de bosques han sido deforestadas y convertidas a la agricultura. La transformación del paisaje tropical original como resultado de la agricultura intensiva ha hecho que los SAF dominados por componentes leñosos adquieran importancia para la conservación ambiental (Salgado *et al* 2007).

Algunos de los productores en la zona de Waslala plantan su cacaotal en bosques raleados o socolados sin tomar en cuenta la especie de sombra a utilizar a esto se le adiciona que gran parte de los productores no tienen un adecuado diseño vertical, horizontal y funcional con el fin de satisfacer las necesidades de sombra del cultivo y a la vez generar subproductos a las familias además de darle poca importancia al manejo de su cacaotal.

##### **Preguntas de investigación.**

##### **Pregunta general.**

¿Cuál es la composición botánica, estructura vertical, horizontal y la diversidad funcional de la vegetación leñosa de los cacaotales y de los fragmentos boscosos en el municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua?

##### **Preguntas específicas:**

1-¿Cuáles especies leñosas están asociadas al cacao y a fragmentos boscosos en el municipio de Waslala, Nicaragua?

2-¿Cuál es el conocimiento y manejo agroforestal que practican los productores a las especies leñosas asociadas al cacao?

3-¿De qué manera la estructura vertical y horizontal de la vegetación leñosa asociada al cacao proporciona bienes y servicios a las familias productoras de Waslala?

## **V. OBJETIVOS**

### **General:**

Determinar la composición botánica, estructura vertical, horizontal y la diversidad funcional de la vegetación leñosa asociada al cacao y en fragmentos boscosos en el municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua.

### **Específicos:**

- ◆ Identificar las especies leñosas asociadas al cacao y en fragmentos boscosos en el municipio de Waslala, Nicaragua.
- ◆ Identificar el conocimiento y manejo agroforestal que practican los productores a las especies leñosas asociadas al cacao.
- ◆ Justificar los usos y bienes que proporciona la vegetación leñosa asociada al cacao a las familias productoras de Waslala.

## **VI. HIPOTESIS**

Hipótesis General.

**Ho:** No existe diferencia en la composición botánica, la estructura vertical y horizontal y la diversidad funcional de la vegetación leñosa en cacaotales y la de fragmentos boscosos.

**Ha:** La composición botánica, la estructura vertical y horizontal así como la diversidad funcional de la vegetación leñosa en cacaotales difiere de la encontrada en los fragmentos boscosos.

Hipótesis específicas:

**Ho:** La diversidad de especies leñosas asociadas al cacao es igual a la diversidad registrada en los fragmentos boscosos en el municipio de Waslala.

**Ha:** La diversidad de especies leñosas asociadas al cacao es mayor a la diversidad registrada en los fragmentos boscosos en el municipio de Waslala.

**Ho:** Los productores manejan agroforestalmente de forma similar la vegetación leñosa asociada al cacao.

**Ha:** Los productores practican un manejo agroforestal diferenciado a la vegetación leñosas asociada al cacao.

**Ho:** La estructura vertical y horizontal de la vegetación leñosa asociada al cacao no genera bienes y servicios valiosos para las familias productoras de Waslala.

**Ha:** La estructura vertical y horizontal de la vegetación leñosa asociada al cacao proporciona bienes y servicios valiosos a las familias productoras de Waslala.

## VII. MARCO TEORICO

Varios cultivos perennes tropicales importantes como cacao (*Theobroma cacao L*), café (*Coffea arabica*), té (*Camelia sinensis*), vainilla (*Vanilla planifolia*), pimienta negra (*Piper nigrum*), cardamomo (*Elattaria cardamomum*), yerba mate (*Ilex paraguayensis*), y Copuazu (*Theobroma grandiflorum*) se cultivan bajo un dosel de sombra (Somarriba et al. 2004). Los pequeños productores de cacao de todo el mundo plantan, seleccionan de la regeneración natural o retienen del bosque original varias especies de plantas útiles para dar sombra al cacao, en variados diseños agroforestales que responden a sus intereses y condiciones agroecológicas y socioeconómicas particulares (Rice y Greenberg 2000). La mayoría de las plantas son árboles, pero también se incluyen diferentes especies de bambú, palmas, arbustos y hierbas gigantes (por ejemplo, bananos y plátanos) que valorizan la propiedad, y proveen de madera, leña, aceites, frutas, medicina, fibras, rito, ornato y otros bienes y servicios de utilidad directa para la venta, el consumo de la familia o de uso en la finca (Asare 2005). Varias especies de guaba (*Inga spp*), poro (*Eritrina spp*) y madero negro (*Gliricidia spp*), clasificadas como árboles de servicio al cacao, se plantan deliberadamente para proveer sombra (Rice y Greenberg 2000, Bentley *et al.*2004).

### 7.1 Estudios preliminares y/o similares al actual.

#### 7.1.1 Inventarios botánicos en cacaotales.

Salgado *et al.* (2007), establecieron 80 parcelas de cacao (30 X 30 m esto es 400 m<sup>2</sup>) en cuatro municipios de la región del Soconusco, Chiapas, México; con el objetivo de conocer la diversidad arbórea asociada al cacao, donde se registró la densidad, riqueza y diámetro a la altura del pecho (DAP) >10cm de todos los árboles. Se registraron 790 árboles, pertenecientes a 23 familias, 38 géneros y 47 especies en un área total de 7.2 ha. La familia Fabaceae fue mejor representado (9 géneros y 6 especies), Bignoniaceae y Moraceae (con 3 especies cada una). La densidad promedio fue de 109 árboles por ha<sup>1</sup>. La composición florística en los cacaotales estudiados es similar entre los diferentes municipios, estas se agrupan en frutales,

leguminosas mejoradoras del suelo, maderables y otras. Las especies frutales de sombra más frecuentemente abundantes fueron *Mangífera indica* y *Pouteria sapota*.

Se estudió la composición florística y estructural en sistemas agroforestales tradicionales en las llanuras aluviales del río Juba, municipio Cametá, Pará, Brasil. Mediante el establecimiento de siete parcelas de SAF-Cacao (0.25 ha cada una) cada 12 años de manejo. Constituida 50 x 50 m y cada parcela grande fue dividida en 25 subparcelas de 10 x 10 m, las especies fueron clasificadas por tipos de usos (Comestible A, Medicinal M, Fertilizante orgánico O, Construcción C, Atractivo I, Artesanía L, Energético E, otros usos U) y tres niveles de comercialización (1- No comerciales: leña, carbón vegetal, etc.; 2-Especies potenciales: maderables y frutales de consumo local, nacional y exterior y 3-comercial: especies de más valor). En total se inventariaron 21060 individuos ha<sup>-1</sup>, la densidad arbórea fue de 3009 individuos ha<sup>-1</sup> pertenecientes a 27 familias, 53 géneros y 61 especies. Las familias Caesalpinaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae y Moraceae fueron las mejor representadas (5 cada una) las especies mas comunes fueron: *Euterpe oleraceae* 1561 individuos ha<sup>-1</sup>, *Virola surinamensis*, *Hevea brasiliensis*, y *Carapa guianensis*. El SAF-7 (3536 individuos/ha) tiene mayor abundancia y con menor índice de diversidad (14 familias, 24 géneros y 25 especies); Mientras que el SAF-6 (2040 individuos/ha) tiene menos abundancia, pero con mayor índice de diversidad (18 familias, 25 géneros y 29 especies) siendo más rico de acuerdo a la uniformidad entre las especies. Las especies de los siete SAF con mejor porcentaje fue la de uso Energético (63%); Seguido C (41 %), M (36 %), O (33 %), A (30 %), I (28 %) y L (20 %); El 25% de las especies sirve para el consumo interno y el 10% para venta. En los SAF el 46% de especies eran comerciales, 41% con potencial económico y el 13% No eran comerciales (Santos *et al.* 2004).

En el estudio “Diversidad vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecológicas en la región litoral del Ecuador.” En Yaguachi - Milagro (Provincia del Guayas). Se evaluó la percepción de los agricultores sobre la diversidad arbórea presente en los cacaotales. Adicionalmente, se caracterizó la composición florística de estos SAF. Para conocer la percepción de los productores se efectuaron 36 entrevistas semiestructuradas; mientras que en parcelas temporales de 1000 m<sup>2</sup> (50 x 20 m), se inventariaron 10 huertas en cada localidad =

20000 m<sup>2</sup> y se identificaron, contaron y midieron (edad en años y el rendimiento estimado por el productor) las especies arbóreas y palmáceas asociadas al cacao (DAP > 5cm). También se evaluó: altura del dosel, diámetro (DAP), apertura y cobertura de copa de árboles y palmas, densidad de sombra existente en cacaotal, así como la diversidad (riqueza y abundancia). Las localidades no difirieron en la riqueza de especies, encontrándose una diversidad de 178 individuos (arbóreos y palmáceas) pertenecientes a 26 familias, 35 géneros y 40 especies. Solo cuatro especies resultaron comunes entre localidades y en términos de abundancia si existieron diferencias estadísticas, siendo las familias Anacardiaceae y Moraceae. Las más frecuentes y abundantes en las localidades fueron: Mango (*Mangífera indica*) y Roble (*Tabubia rosea*) (27\_26 individuos), Laurel (20 individuos). Todas las variables dasométricas fueron similares en ambas localidades. La densidad de sombra en los cacaotales fue superior a 70%, registran un total de 66 especies arbóreas asociadas a cacao. Mango (*Mangífera indica*), Roble (*Tabubia rosea*), fruta de pan (*Artocarpus altilis*), Zapote (*Quarirabaea cordata*) y guaba (*Inga spp*) de las especies de sombra y laurel (*Cordia alliodora*). Los productores perciben beneficios y desventajas tanto para la familia como para la huerta (beneficios como abono, conservar el aire fresco, dar sombra y humedad al cacao, generación de ingresos por la venta de de frutos, leña y madera entre otras; desventajas como competencia por agua, luz espacio, ser hospederos de plagas y enfermedades). Los cacaotales de las dos zonas agroecológicas apoyan la conservación de algunas especies arbóreas lo que contrasta con la creciente degradación de los ecosistemas naturales del litoral (Maridueña y Freire, 2006).

López y Somarriba (2005) inventariaron árboles frutales en las áreas agrícolas de 100 fincas cacaoteras orgánicas de productores de asociaciones y cooperativas en la región de Alto Beni, Bolivia. Se estimaron la densidad y la riqueza de árboles frutales en las áreas agrícolas y se compararon entre cooperativas y asociaciones y entre usos de la tierra. Se registraron 10338 individuos en 614 ha agrícolas (17 árboles frutales ha<sup>-1</sup>). La riqueza varió entre 8-9 especies por ha agrícola. Se identificaron de 43 especies de frutales, de las cuales de mayor abundancia están: chima (*Bactris gasipaes*), mandarina (*Citrus reticulata*), palta (*Persea americana*), pacay (*Inga edulis*), toronja (*Citrus paradisi*) y achachairú (*Rheedia sopa*). Las especies más frecuentes fueron: Palta, chima, mango, biribá (*Rollinia mucosa*), coco (*Cocos nucifera*) y toronja. Las familias botánicas mejor representadas fueron: Rutáceae (6 especies), Myrtaceae

y Palmae (5 especies cada una). Las curvas de acumulación de especies arbóreas fueron similares entre fincas de Asociaciones y Cooperativas (no hay diferencia entre densidad y riqueza de frutales).

Orozco y Somarriba (2005), inventariaron los árboles maderables ( $DAP \geq 10$  cm) en áreas agrícolas de 100 fincas de productores cacaoteros de asociaciones y cooperativas del Alto Beni Bolivia. Se estimó la riqueza de especies y la densidad de maderables en las áreas agrícolas y se comparó entre fincas de cooperativas y de asociaciones y entre usos de tierra. Se registraron 2211 árboles maderables en un área agrícola de 614 ha ( $3.5$  árboles  $ha^{-1}$ ; 5 especies  $ha^{-1}$ ) pertenecientes a 33 familias, 50 géneros y 54 especies. Se inventariaron 1262 ha (678 Asociaciones y Cooperativas 584) y la densidad y la riqueza (por finca fue de  $3,5$  árboles  $ha^{-1}$  y 5 especies) de maderables en las áreas agrícolas fué similar en fincas de cooperativas y de asociaciones y entre usos de la tierra. Las familias botánicas mejor representadas fueron Papilionoideae (8 especies), Moraceae, (5 especies), Euphorbiaceae (4 especies), y Meliaceae, Caesalpinioideae y Anacardiaceae con 3 especie cada una. Las especies más Abundantes de maderables fueron Mara (*Swietenia macrophylla*) Toco blanco (*Shyczolobium parahyba*), Huasicucho (*Controlobium ochroxylum*), Roble (*Amburana cearensis*) y Cedro (*Cedrela odorata*). El 8% de las fincas no tienen árboles maderables. Las fincas de cooperativas registraron más árboles, área basal y volumen comercial que las fincas de productores de asociaciones.

Burgos *et al.* (2008), inventariaron las especies frutales prioritarias para la comercialización en las áreas agrícolas de 54 fincas en cinco Territorios indígenas, Bribri y Cabécar en Talamanca, Costa Rica. Con datos que permitan diseñar estrategias para promover el enriquecimiento de las fincas con frutales de calidad. En este estudio se registró la abundancia de 12 especies frutales con fines comerciales por la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA), localización de los frutales e información dasométrica (altura total, diámetro, longitud, ancho y forma de la copa). Se registraron 627 individuos (con una densidad promedio de frutales de  $4,1$  árboles  $ha^{-1}$ ) en cinco usos del suelo: cacao estratificado, cacao-banano, huerto casero, huerto casero-cacao y potrero. El huerto casero (*Citrus limón*, 60 individuos) y el cacao (*Nephelium lappaceum*, 125 individuos) concentraron la mayor

abundancia y riqueza de frutales. Las especies más abundantes fueron Mamón Chino (*Nephelium lappaceum*) con 213 individuos, Limón Mandarina (*Citrus limón*) con 88 individuos. Los frutales menos abundantes fueron: Guaba caite (*Inga densiflora*) y Carambola (*Averrhoa carambola*). El 53-60 % de los árboles inventariados se concentraron en la clase diamétrica 10-30 cm, altura total de 5-10 m, altura de copa entre 3-9 m, densidad de copa media. El 88% de los árboles en las fincas son productivos y fueron considerados de buena calidad por los productores. El 99 % de los productores no maneja sus árboles frutales.

Suatunce *et al* (2003) estudiaron la estructura y composición florística de bosques primarios de baja alteración y cuatro tipologías agroforestales de cacaotales en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica. En cada hábitat se identificaron, contaron y midieron todos los individuos con DAP  $\geq 10$  cm en parcelas temporales de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m). En la composición florística de ambos sistemas se encontró una diversidad en SAF-Cacao (805 individuos con DAP > 10cm, 55 familias, 132 géneros y 185 especies) y en Bosque (185 especies), con un área total de 3,5 ha en los cinco hábitats. Las especies más abundantes fueron; *Cordia alliodora* (Boraginaceae, 211 individuos.); *Iriartea deltoidea* (Arecaceae, 56 individuos); *Bactris gasipaes* (Arecaceae, 21 individuos.) y *Pentaclethra macroloba* (Mimosoideae, 21 individuos). *Inga edulis* fue la especie que se presentó en los 5 hábitats y la especies comunes en los SAF-Cacao fueron *Inga. edulis* y *Cordia alliodora*. Los hábitats difirieron en la riqueza de especies ( $p \leq 0.0001$ ) y en el número de individuos ( $p \leq 0.0001$ ). El bosque presentó la mayor riqueza de especies y el número más alto de individuos; el cacao con estrato simple de sombra fue el hábitat menos diverso de las tipologías de cacaotales. La estructura (DAP y altura) de los cacaotales fue similar a la de los bosques circundantes.

En fincas pertenecientes a los indígenas Ngöbe, La Gloria, Changuinola, Panamá, se llevó a cabo un inventario botánico arbóreo a 30 fincas y siete sistemas agroforestales; Cacao, café, cultivos anuales, musáceas, potreros, huertos caseros y rastrojo. El tamaño promedio de las fincas con SAF fue de 24 ha y se encontró diversidad de 115 especies arbóreas y 8 especies de palmas; del total de la vegetación asociada al cacao el 46% son maderables y estos representan una densidad de madera comercial en las plantaciones de 122-194 ha<sup>-1</sup>. Los usos más comunes de los árboles fueron: (19%) uso doméstico, (14%) alimenticias y (21%) varios usos como:



medicinales, artesanales, etc. Los SAF con Cacao (25 especies) y Potrero (17 especies) fueron los que tuvieron más diversidad de especies arbóreas. Entre los maderables se encontraron especies de alto valor comercial como *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata* y *Aspidosperma magalocarpum*. Los productores Ngobe desconocían el valor potencial de las 32 especies maderables que no tienen mercado local; Así como: el uso de *Acacia mangiu*, especie exótica introducida en su región. También no reconocían 62 especies maderables con alto valor comercial, entre ellas Guayabón (*Terminalia lucida*). Almendro (*Dipteryx panamensis*) y Sangrío blanco (*Pterocarpus spp*) (Pastrana *et al.*1999).

### **7.1.2 Usos de especies arbóreas y musáceas que obtienen los productores de los SAF.**

La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, 2007). Centro Experimental y Demostrativo del Cacao (CEDEC). La Masica, Atlántida, Honduras, aborda los principales resultados del estudio sobre el uso de especies maderables comerciales para reemplazar las especies de sombra tradicional. Estas especies además de la sombra, también ofrecen otros productos como: madera de aserrío, madera en rollo, postes, leña y semillas lo que puede representar una alternativa agroforestal sostenible para la economía y protección de los recursos naturales, especialmente para pequeños productores en la zona del trópico húmedo. Se evaluó la altura, DAP y el diámetro de copa en parcelas permanentes conformadas por 31 especies latifoliadas y 5 exótica asociada al cacao en producción (> 7 años de manejo). Cuyo resultado presenta información solamente de 13 de las 36 especies que tienen > aplicación de mano de obra por su fenología de tronco múltiples y abundantes, ramificación secundaria demandando podas frecuentes, entre estas: Granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*), Flor azul, Bimbayán (*Vitex gauneri*), Santa maría (*Colophyllum brasiliense*) y Barba de jolote (*Cojoba arborea*); También se registran especies con un incremento medio anual (IMA) para el desarrollo (1.20 m/año), entre estas: Limba (*Terminalia superba*) 2.20 m/año, Rosita, Pilón, Nancitón (*Hieronima alchorneiodes*) y Sn Juan Guayapeño, Primavera (*Tabebuia donnell-smithii*) en 1.2 y 1.4 m/año. Se encontró área basal entre los rangos de 3.30 y 6.20 m<sup>2</sup>/ha, se exceptúa el Laurel negro (*Cordia megalantha*) a los 12 años presenta una área basal de (12.70 m<sup>2</sup>/ha, densidad 111 árboles/ha) y a los 18 años edad aprovechable de 10 m<sup>2</sup>/ha. En el estudio “Cultivo de Cacao bajo Sombra de Maderables o Frutales,” La Lima, Cortés, Honduras, C.A.

resalta la importancia y el mantenimiento del sistema agroforestal cacao-maderables y/o frutales; Así como la descripción de diferentes usos de sombras de acuerdo a la edad del cacao en forma secuencial, entre estas: Provisional (1/2 ó 2 años, *Musa sp*), intermedia (< 6 años, especies por su rápido crecimiento como; *Gliricidia sepium* y *Erytrina sp*) y permanente (Maderables: Laurel (*Cordia alliodora*), Limba (*Terminalia superba*), Cedro (*Cedrela odorata*), Rambután (*Nephelium lappaceum*), entre otras: Frutales del género *Inga* etc.) y el manejo que se debe aplicar al cacao para combatir enfermedades, todo esto para que el productor tenga mayor producción. (FHIA, 2004).

En el estudio “Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica, Guiracocha *et al* (2001), comparó la biodiversidad (árboles y mamíferos) presentes en sistemas agroforestales (SAF) con cacao y con banano y en bosques naturales. Se evaluó la estructura del dosel, densidad arbórea, DAP y altura de todos los fustes > 10cm de DAP. Diversidad y abundancia de mamíferos. Se establecieron cinco parcelas temporales de 1000 m<sup>2</sup> (50 x 20 m) y en los mamíferos el muestreo se realizó a través de las marcas de huellas en transectos de 150m largo x 1m ancho en 5 sitios de cada hábitat. Se encontró una diversidad en Bosque (80 especies arbóreas y palmacia) > 10cm; Cacaotales (35 especies) y Bananales (14 especies), cuyo promedio de especie es mayor en bosque (20.8), cacao (9.8) y banano (4.8), los SAF tuvieron menor diversidad, menor densidad de árboles y menos especies primarias que el bosque; Sin embargo, tuvieron una estructura multi-estratificada similar al bosque. Las especies dominantes en Bosque (*Socratea exorrhiza*, *Iriartea deltoidea*, *Pentaclethra maculosa* y *Goetalsia meiantha*) y SAF *Cordia alliodora*; Compartiendo muy pocas especies arbóreas ambos sistemas. También se encontraron más especies de bosque primario (52 especies en los bosques de muestreo) y en los SAF dominaron las especies de bosque secundario, Cacao (7 especies) y Banano (3 especies). La densidad arbórea promedio (individuos ha<sup>-1</sup>) en Bosque (432) y SAF (234 cacao y 166 banano). Las especies (diversidad y abundancia) de mamíferos son similares en SAF y Bosque (14 especies de mamíferos, con 10 especies en c/hábitat); Lo que sugiere que los SAF pueden proveer hábitat y recursos para ellos. La biodiversidad presente en los SAF proporciona beneficios (madera, fruto, leña, carne) y problemas (principalmente daños de mamíferos a los

cultivos) a los indígenas de la región. En Talamanca, la conservación de mamíferos dependerá de un control racional de la cacería, así como de un manejo ecológico de los SAF.

Somarriba y Ortiz (2005) aplicaron una metodología de diseño del dosel de sombra del cacao evaluando el conocimiento a 173 productores cacaoteros del Alto Beni, Bolivia. Con el propósito de recopilar de información sobre los bienes y servicios que esperan recibir de los árboles de sombra asociados en los cacaotales. Diversidad identificada de 101 especies arbóreas pertenecientes a 41 familias botánicas (cada productor menciona 8 - 5 especies). El 88% de los productores esperan obtener madera de los árboles asociados al cacao, el 82% fruta, el 52% mejoramiento del suelo, 29% medicina y 1-12 % de los productores (leña, material de construcción, artesanía, alimento para la fauna silvestre y rompevientos). La mayoría de los productores desconoce que niveles de sombra utilizar, los productores prefieren mantener poca sombra en sus cacaotales para reducir la incidencia de chinche y mazorca negra. Los productores priorizaron introducir en sus plantaciones 60 especies (14 Leguminosae, 5 Palmae, 4 Moraceae, 3 Meliaceae y 3 Guttiferae), que se podrían utilizar en los cacaotales; Obteniendo un 48% de uso maderable (Mara, *Swietenia macrophylla* es la preferida para sombra, por su alto valor comercial. La incidencia del barrenador apical (*Hypsipyla grandella*) hace que los productores utilicen otras especies maderables nativas como: Roble, *Amburana cearensis*; Paquí, *Hymenaea courbaril*; Cedro, *Cedrela odorata*; Huasicucho, *Centrolobium ochroxylum* y Toco colorado, *Piptadenia spp*), frutales (35% Chima, *Bactris gasipaes*; Palta, *Persea americana*; Pacay, *Inga spp.*; Banano, *Musa spp.* y Plátano, *Musa spp.*), medicinales 13% Sangre de grado, *Croton draconoides*; Ajo ajo, *Gallesia integrifolia*; Cuchi, *Astronium urundeuva*; Copaibo, *Copaifera reticulata* y Cuta, *Astronium graveolens*), el 8% son mejoradoras de suelo (*Pacay, Inga spp.*; Ceibo, *Erythrina poeppigiana*; Flor de mayo, *Chorisia speciosa*; Papaya de monte, *Jacaratia digitata*; Cuchi verde, *Gliricidia sepium* y Leucaena, *Leucaena leucocephala*) y 5% tiene otros usos (leña, resina, aceite, artesanía, tinte y construcción). Los árboles con copas ralas fueron preferidos sobre los de copas densas; Los productores identificaron 36 especies indeseables, ya que no eran de utilidad para el hogar o la finca afectando negativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos como: Motacú, *Scheelea princeps* (es un palma produce mucha sombra, sus hojas y frutos son utilizadas para techar las casa y cobertizos). Los usos, valor de los

productos, la familiaridad con la especie y las características físicas de tamaño y densidad de la copa fueron considerados como los principales criterios para la selección de especies útiles para sombra.

Grandjean (2008), realizó la “Caracterización de los sistemas agroforestales con cacao de la Reserva Indígena Bribri, Talamanca, Costa Rica”. Los sistemas y variables evaluados corresponden: 1-Factores ambientales; Físicos-biológicos (altitud, superficie, pendiente, relieve); 2-Itinerario técnico (edad SAF, variedad; Prácticas: poda, deschuponaje, chapea, cosecha sanitaria y cosecha). 3-Factores intrínsecos: Composición-diversidad (riqueza y abundancia de cacao, musáceas y especies vegetales); Estructura de la vegetación (Abundancia: a)-Vegetación; 3-10, 10-20,  $\geq 20$  m. b)-Cacao;  $\leq 2.5$ , 2.5-5, 5-7.5,  $>7.5$  m. y el área basal de ambos); Vegetación en el suelo y % sombra. Este estudio corresponde el Inventario de 36 parcelas de SAF-Cacao a diferentes rangos de altura: Bajo (18 SAF inferior 231 m) y alto (18 SAF  $>$  a 231 m), georreferenciando el contorno de cada cacaotal que permite ubicar el punto central; se establecieron las parcelas experimentales de 50 m x 20 m<sup>1</sup>, subdividida en 10 celdas de 10 x 10 m orientada de Norte-Sur, siendo el cuadro de muestreo de individuos a una altura superior o igual a 3 m. Como resultado se obtuvo una riqueza total de 1249 individuos, pertenecientes a 59 especies entre las cuales se identificaron 53 especies, que se distribuyen en 25 familias. El estrato superior tiene un promedio de 9,11 especies y la riqueza varía de un Mínimo (3 especies) a un Máximo (16 especies). Con una abundancia promedio de especies asociada al cacao de 34,7 individuos, entre los cuales 23,5 son árboles y 11,2 Musáceas. En el estrato bajo (57,8% de individuos) predominan especies frutales: Banano (*Musa AAA* más del 50 % y plátano, *Musa AAB*), Naranja (*Citrus aurantium*), Pejibaye (*Bactris gasipaes*). En el estrato medio (19,4 % de individuos, 10-20 m) predominan: Pejibaye (*B. gasipaes*), Laurel (*Cordia alliodora*, maderable), Guaba (*Inga sp*, frutal) y Cola de pavo (*Cupania cinérea*). Estrato alto superiores a 20 m de altura (22,8 % de individuos) dominado por *Cordia alliodora*; *Cedrela odorata* (Cedro); *Inga sp* y *Cupania cinérea*. Área basal promedio de los árboles asociada al cacao es de 1,96 m<sup>2</sup>; Las parcelas experimentales tienen un promedio de 54,4 árboles de cacao, el 56,2 % de los individuos mide entre 2,5 y 5 m, el 18 % no sobrepasan 2,5 m de altura, 19,7 % mide 5 y 7,5 m y el 6,1 % más de 7,5 m (con

un área basal promedio de los árboles de cacao de 1,02 m<sup>2</sup>). La cobertura de sombra de los 36 SAF cacao del estrato vegetal superior y árboles de cacao varía entre 64,53 a 95,44 %.

### **7.1.3 Sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica* L).**

Las organizaciones integrantes de CAFENICA (2006) participaron en un estudio en la zona norte de Nicaragua (departamentos de Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Boaco, Madriz y Esteli) en donde se muestrearon 384 fincas de café para la identificación de árboles que dan sombra a este cultivo. Se identificaron 156 especies (con un promedio de 152 árboles/mz de 18 variedades diferentes), con diferentes utilidades; Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en zonas altas y húmedas, y el Roble de montaña (*Quercus insignis*) y el Matapalo (*Ficus obtusifolia*) también se encontraron 292 especies de orquídeas y 398 especies de aves. Las especies de guabas (*Inga* spp) son las más comunes. Las 12 especies de árboles más frecuentes de los inventarios tienen usos bien conocidos, ya sean por su contribución al suelo, madera de construcción, alimento de consumo como: Guaba roja (*Inga edullis*), Laurel (*Cordia alliodora*), Guaba negra (*Inga punctata*), Guasimo (*Guazuma ulmifolia*), Mampás (*Lippia myriocephala*), Nogal (*Juglans olanchana*), Naranja dulce (*Citrus cinensis*), Aguacate (*Persea americana*), Mango (*Mangifera indica*), Cacahuillo (No identificado), Tatascame (*Vernonia patens*) y Chaperno (*Lonchocarpus* spp).

Suárez, et al (2004) realizaron un estudio en Matagalpa, Nicaragua llamado “Estimación de la biomasa aérea total en árboles de sombra y plantas de café en sistemas agroforestales, usando modelos alométricos”. En la comarca Yassica Sur, Municipio de San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Se seleccionaron aleatoriamente 37 fincas cafetaleras. Se realizó un muestreo en las fincas seleccionadas para identificar las especies de sombra más abundantes. En cada finca, se establecieron al azar una o dos parcelas temporales de muestreo (1000 m<sup>2</sup>). Se midió el DAP y la altura de los árboles y se identificó cada especie. Se encontró una diversidad de 67 especies arbóreas. Las especies más dominantes fueron: *Inga tondozi* e *Inga punctata* (Guaba roja y negra), Laurel (*Cordia alliodora*) y Nogal (*Juglans olanchana*). En fincas pequeñas (<14 ha), el estrato sombra se caracteriza por tener una gran variedad de especies, siendo la más diversa entre ellas: *Musa* spp., *Persea americana* (Aguacate), *Citrus* spp. (Cítricos), *Mangifera indica* (Mango); Maderables como: *Cordia alliodora* (Laurel), *Juglans olanchana* (Nogal), *Platymiscium dimorphandrum* (Coyote), *Albizia* sp. (Gavilán) y especies de servicio como *Inga tonduzzi* (guaba roja) e *Inga punctata* (Guaba negra). En fincas grandes (>35 ha), predominan especies del género *Inga* spp en el

estrato sombra, en asocio con *Musa spp* y árboles de regeneración natural, aunque la variabilidad de estos es menor. En fincas medianas (14-35 ha), la diversidad arbórea, el estrato de sombra puede tener las características de ambos tamaños de fincas.

## **7.2 Conceptos y Definiciones agroforestales.**

**7.2.1 Agroforestería:** se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Red Agroforestal Nacional. 2007). Agroforestería se define también como una práctica de manejo de los recursos naturales que, integrando árboles u otras plantas leñosas en los cultivos y paisajes agrícolas, diversifica la producción aumentando los beneficios sociales, económicos y ambientales (Schroth *et al.* 2004; Grandjean 2008).

**7.2.2 Sistemas Agroforestales (SAF);** es un modelo que consiste en la conservación del medio ambiente en pequeñas áreas donde se combinan cultivos, árboles o animales de interés económico (Navarro y Mendoza 2006).

**7.2.3 Vegetación:** Término general usado para designar el conjunto de las plantas vivientes en tanto que cubren la mayor parte de la superficie terrestre y constituyen un aspecto importante del medio físico. Vegetación también es definida como un conjunto de plantas o de comunidades que pueblan un área determinada desde 0 m a los arbusto arborescente < 4m (arboleda, bosque, selva, etc.). (Martínez, Salvador J. Glosario de términos [en línea] act.27/08/04)

**7.2.4 Planta leñosa;** es cualquier planta [vascular](#) con un [tallo perenne](#), por encima de la superficie del suelo, y cubierto de una capa de espesa [corteza](#), que es, el tallo soporte del crecimiento continuo vegetativo por encima del suelo. Las plantas leñosas generalmente o son [árboles](#), [arbustos](#), cactus, o [trepadoras](#) perennes. (Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea] act. 19/04/10).

**7.2.5 El término “bien”;** es cualquier cosa susceptible de satisfacer una necesidad. Se suele exigir que la capacidad de satisfacerla responda a alguna propiedad de la cosa y que sea conocida por el individuo, y el bien esté al menos potencialmente disponible, es decir, que su capacidad de satisfacción pueda ser efectiva. (Blumenfeld et al. *Diccionario económico*, [en línea] act. 28/01/05).

**7.2.6 Los servicios ambientales;** se dice que son beneficios intangibles (aquellos que existen, pero cuya cuantificación y valoración resultan complicadas) ya que, a diferencia de los bienes o productos ambientales, como es el caso de la madera, los frutos y las plantas medicinales de los cuales nos beneficiamos directamente, los servicios ambientales no se “utilizan” o “aprovechan” de manera directa, pues influyen directamente en el mantenimiento de la vida nos otorgan beneficios y bienestar para las personas y las comunidades como tener un buen clima, aire limpio, o simplemente un paisaje bello (Comisión Nacional Forestal. *Reforestación* [en línea] act. 13/04/09).

**7.2.7 Cacaotal:** denota una plantación de cacao, la cual incluye, además del cacao, las plantas del piso, otros cultivos asociados y las plantas del dosel de sombra (Somarriba, 2002).

**7.2.8 Dosel:** es el conjunto de hojas y ramas ubicado a cierta altura sobre el piso de la plantación. El dosel se puede estratificar a voluntad para representar una gran variedad de sistemas multiestratos, el dosel de sombra puede incluir varias especies arbóreas, bananos, bambúes y palmas, de diferentes edades, todos en densidades variables y en diferentes arreglos verticales y horizontales que dan lugar a una rica variedad de topologías (Somarriba, 2002).

**7.2.9 Estructura vertical:** Son las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como altura. El plano vertical se realiza en base a perfiles, responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro climáticas, presentes en las diferentes alturas del perfil (Manzanero, 2003).

**7.2.10 Estructura horizontal:** Esta palabra se refiere a una serie de hechos que son desencadenados por la caída de un árbol: la caída misma del árbol, la apertura del dosel que

permite la entrada de luz directa hasta el suelo, la exposición del suelo mineral provocado por el levantamiento de raíces, la acumulación de materia orgánica en el lugar donde cae la copa y la presencia de diferentes intensidades de luz, dentro del área de influencia del impacto (Manzanero, 2003).

#### **7.2.11 Bienes y servicios provistos por SAF con cacao.**

En los SAF existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes, lo cual conduce a mejoras netas en uno o más rangos de características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no comerciales. (Red Agroforestal Nacional 2007). Generalmente los SAF se dividen en sistemas agrosilviculturales (árboles con cultivos) y sistemas silvopastoriles (árboles con animales), los sistemas agrosilvopastoriles incluyen árboles, cultivos agrícolas y animales, todos estos son comunes en América Central (Beer *et al.* 2003). El cultivo de cacao en SAF participa de esta forma a la conservación de la cobertura boscosa. La sombra proporcionada por las especies asociadas al cacao mantiene la temperatura y la humedad del suelo, mejorando el ciclo de los nutrientes. La caída de las hojas permite un enriquecimiento del mantillo y la presencia de ciertas especies especialmente de la familia de las Fabaceae permite la fijación de nitrógeno atmosférico, aumentando así la eficiencia del sistema de cultivo (Rice y Greenberg, 2000; Grandjean 2008).

Varios autores coinciden en que la diversificación de la cobertura arbórea en los cultivos de árboles de cacao lleva a una diversidad biológica superior a todos los demás cultivos tropicales (Rice y Greenberg, 2000). El valor ecológico de los SAF cacao para proteger y conservar los suelos y los recursos hídricos, servir de zona de amortiguamiento para las áreas protegidas y proporcionar otros servicios ambientales, como el secuestro de carbono atmosférico, también ha sido el objeto de varias publicaciones recientes (Somarriba, 2004; Beer *et al.*, 2003). La cobertura boscosa continua de los SAF facilita los movimientos de la fauna entre parches forestales. (Grandjean, 2008).



Según Beer *et al* (2003) los SAF tienen el potencial de proveer varios servicios ambientales:

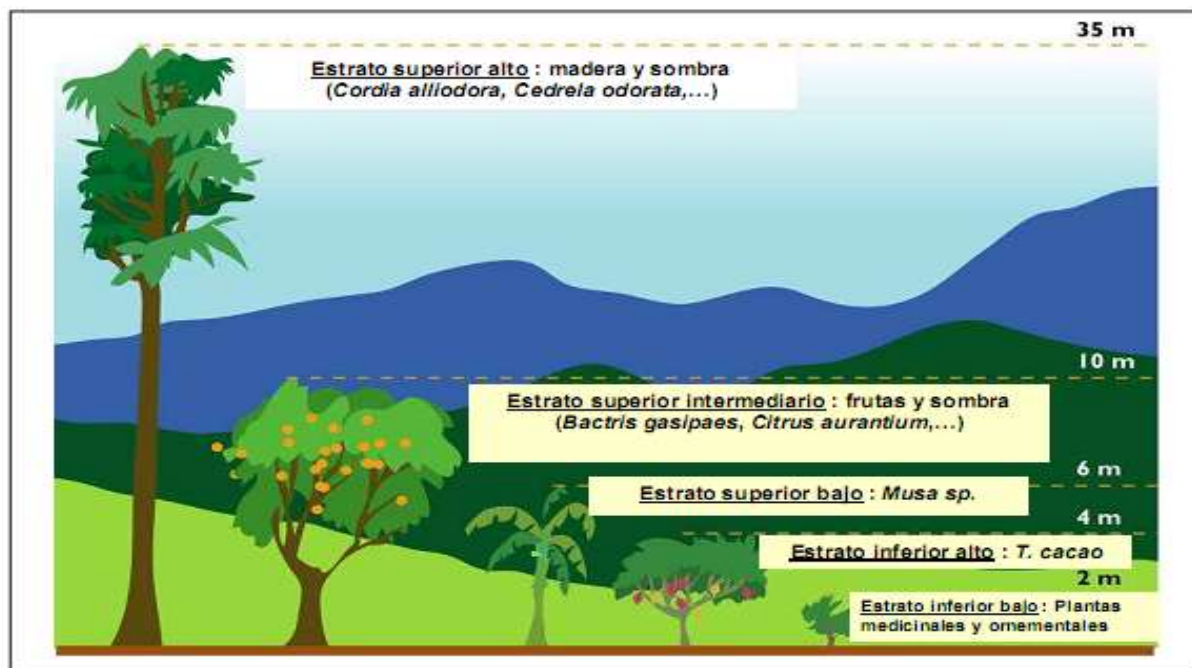
- a. El mantenimiento de la fertilidad del suelo/ reducción de la erosión mediante el aporte de material orgánico al suelo,
- b. Fijación de nitrógeno y reciclaje de nutrientes;
- c. Conservación del agua (cantidad y calidad) al favorecer la infiltración y reducir la escorrentía superficial que podría contaminar cursos de agua;
- d. Captura de carbono;
- e. Conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados,
- f. Estos servicios complementan los productos que los SAF proveen (para uso comercial o familiar como leña, madera y frutos)
- g. Hábitat y recursos para especies de plantas y animales,
- h. Mantienen la conectividad en el paisaje (y de esta manera facilitan el movimiento de animales, semillas y polen),
- i. Hacen que el paisaje sea menos severo para las especies forestales al reducir la frecuencia e intensidad de incendios,
- j. Disminuyen los efectos de bordes en los fragmentos forestales remanentes y amortiguan áreas protegidas.

Los SAF no pueden proveer los mismos nichos ni hábitats que proveen los bosques originales y no deben ser promovidos como una herramienta de conservación a expensas de la conservación del bosque natural. Los SAF son una herramienta complementaria para la conservación y deben ser incorporados en el manejo de los paisajes para conservar y proteger los fragmentos de bosques remanentes, aumentar la cobertura arbórea en las fincas y amortiguar y conectar las áreas protegidas, en general entre mas diverso sea el SAF, menor su intensidad de manejo y mas cercano este al hábitat intacto, mayor será su capacidad para conservar especies nativas de plantas y animales (Beer *et al*, 2003).

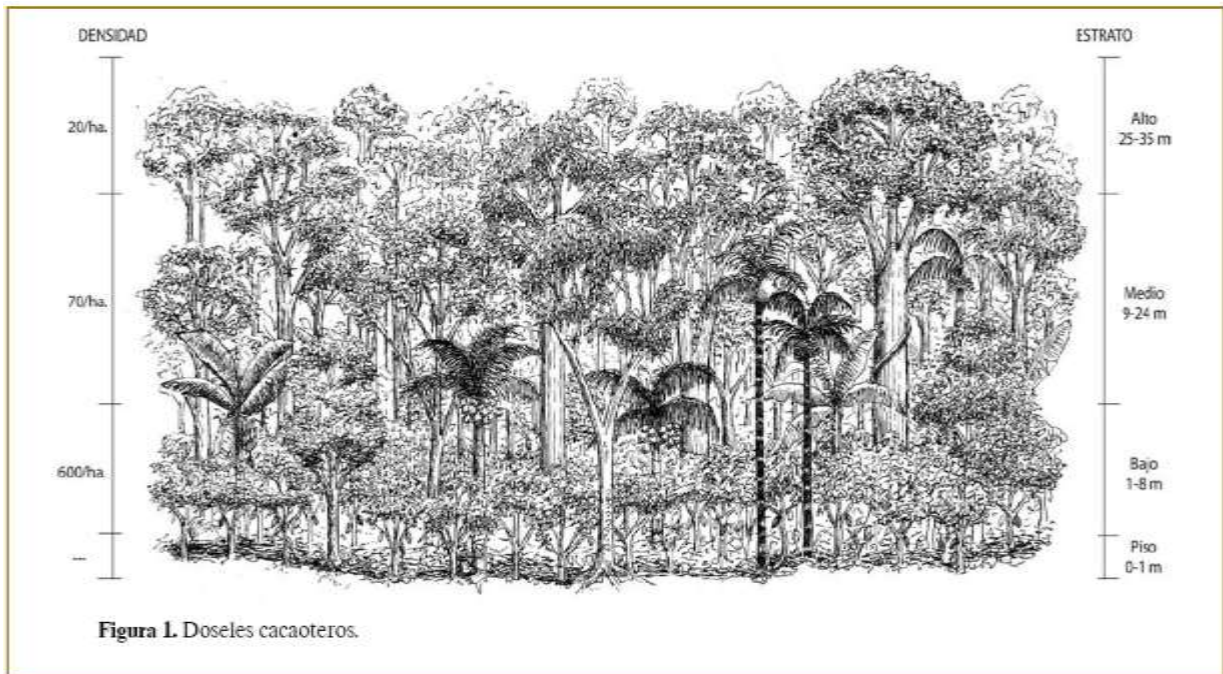
Los SAF aseguran la cobertura arbórea durante todo el año tenerla es importante para asegurar el hábitat y mantener un microclima estable, tanto para plantas, como para animales (Smithsonian Migratory Bird Center 1999, Beer *et al*, 2003). Los árboles en los SAF pueden retener un gran numero de epifitas, lianas y otras plantas. Estas epifitas a cambio proveen

refugio, sitios de anidamiento y recursos para otros diversos organismos (Beer *et al*, 2003). Los SAF con una variedad mayor de microhábitats parecen soportar mayor diversidad de animales y plantas que los que carecen de ellos. La cantidad y calidad de desechos de hojas tanto como la presencia de madera muerta y podrida, puede ser particularmente importante para muchas especies de invertebrados (Lavelle *et al* 2003, Beer *et al*, 2003).

Muchos autores esquematizan la estratificación vertical de SAF-cacao, Grandjean (2008) propone una caracterización de los SAF con cacao de la reserva indígena Bribi, Talamanca, Costa Rica (*Fig.1*). Por su parte Somarriba (2005) sugiere una metodología general para analizar la estructura vertical y horizontal de los doseles de sombra de los cacaotales y cafetales de Centroamérica. (*Fig.2*).



**Figura 1. Esquema de un sistema agroforestal con cacao en Talamanca (A partir de APPTA, 2007).**



**Figura 2: Esquema de un dosel de sombra de un SAF-Cacao planteado por Somarriba 2005.**

Los diferentes estratos en las plantaciones de cacao permiten al productor obtener diversos bienes y servicios. La mayoría de las plantas son árboles, pero también se incluyen diferentes especies de bambú, palmas, arbustos, hierbas gigantes (por ejemplo, bananos y plátanos). La concurrencia simultánea de árboles y cultivos (cacao, bananos, cítricos, etc.) en la plantación de cacao da lugar a numerosas interacciones ecológicas, agronómicas y económicas que han sido objeto de varias revisiones temáticas (Beer 1987, Somarriba 2004). Los sistemas de producción de cacao y los listados de las especies de sombra utilizadas en varias regiones cacaoteras del mundo han sido descritos en varias publicaciones. (Asare 2004, Somarriba 2004). Algunos productores permiten el establecimiento de los árboles de ciertas especies por que producen frutos para las aves: otros árboles se dejan por que regeneran abundantemente en forma natural y son fuente de madera de aserrio o de leña (laurel-*Cordia alliodora*) (Harvey 2003; Somarriba 2004).

## VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

### 8.1 Descripción del sitio.

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Waslala, situado en el extremo sureste de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) Nicaragua, entre las coordenadas 13°20' de latitud Norte y 85°22' de longitud Oeste (*Fig 3*), Waslala tiene una extensión territorial de 1,329.51 Km<sup>2</sup>. La altura promedio es de 443 msnm. La precipitación es 2,750 mm anuales, los meses más lluviosos son junio-octubre y la temperatura promedio es de 24.1 °C anual. El clima predominante es de selva húmeda tropical con una humedad relativa promedio de 84%. La topografía es de ondulada a quebrada con pendientes promedio del 32%; suelos de fertilidad media en las partes más planas y pobres en las partes más altas, se reportan suelos ferralíticos con un alto contenido de arcilla. La alta precipitación en la región favorece la erosión hídrica de los suelos, por esto, estos terrenos son pobres en nutrientes y con un pH bajo, debido a la acumulación de los óxidos de hierro y aluminio (Philipp *et al.* 2003).

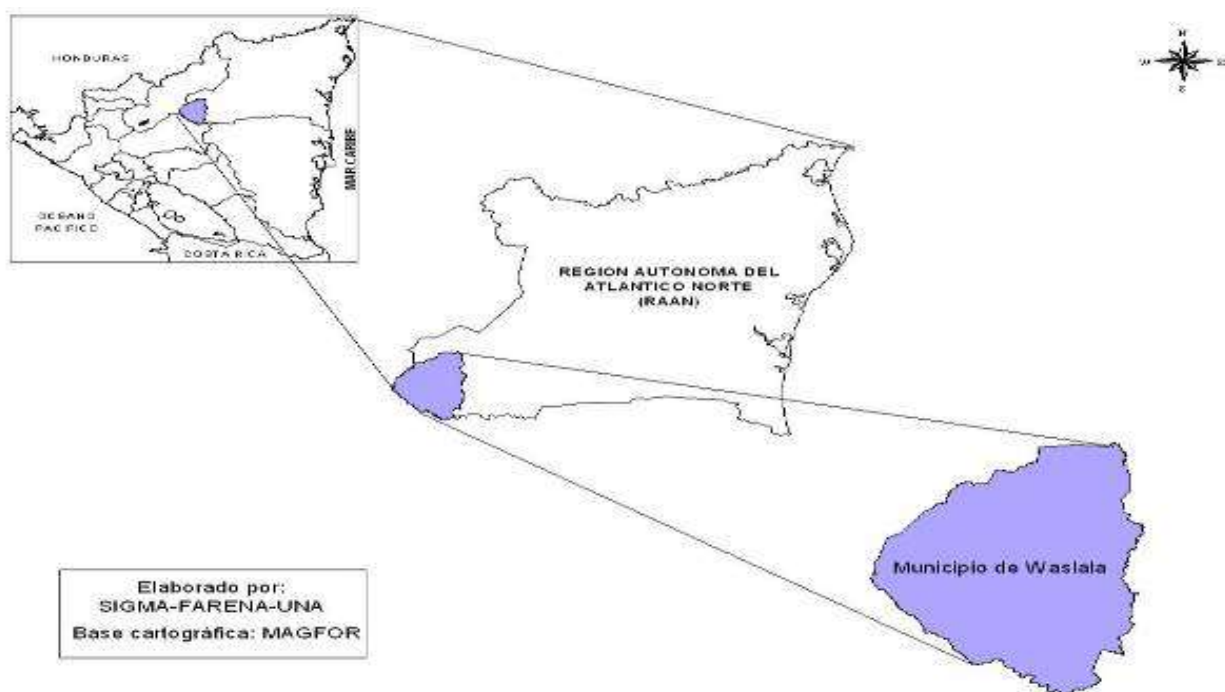


Figura 3: Localización del municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua.

## 8.2 Tipo de Investigación:

Esta investigación de acuerdo al tiempo es de tipo transversal se llevó entre septiembre 2009 a Julio 2010. Es de carácter cualitativa porque describe las características de diferentes doseles de sombra y de las especies encontradas en la parcelas de cacao y es cuantitativa porque se hace uso de estadísticas descriptivas, se generan tablas de frecuencias y porcentajes por medio de las hojas de cálculo de Excel y del programa estadístico InfoStat.

## 8.3 Población y muestra:

La población de estudio fue 450 productores de cacao asociados a la cooperativa CACAONICA, de los cuales se seleccionó una muestra por conveniencia no probabilística de 40 productores, aplicando los siguientes criterios: 1) Qué estén asociados a la cooperativa, 2) Accesibilidad a las parcelas de cacao. 3) Qué las fincas se ubiquen en diferentes paisajes, colindancias y pisos altitudinales, 4) Qué el tamaño de las parcelas de cacao tenga una dimensión >1 ha. 5) Qué sean plantaciones de cacao en edad productiva.

### 8.3.1 Diseño del muestreo:

La red experimental de parcelas de este estudio se conformó por 36 SAF-Cacao y 4 parcelas y/o fragmentos de bosque tomados como testigo (Cuadro 1). Las fincas seleccionadas se ubicaron a diferentes altitudes: (18 SAF-Cacao >350 msnm y 18 SAF-Cacao <280msnm)

**Cuadro 1.** Tipos y número de parcelas establecidas en diferentes estratos altitudinales de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009.

| Tipo de parcela      | Comunidades | Número de parcelas | Estrato bajo (<280msnm) | Estrato alto (>350 msnm) |
|----------------------|-------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| SAF-Cacao            | 15          | 36                 | 7                       | 8                        |
| Fragmentos de bosque | 4           | 4                  | 0                       | 4                        |

### 8.3.2 Muestreo y codificación de los cacaotales:

Para identificar los cacaotales correspondientes en el campo se les atribuyó un código sencillo siguiendo en orden numérico con dos cifras (01, 02, 03, etc. hasta 40), anotándolo en un cuadro específico la correspondencia entre este código y los datos del cacaotal (Propietario, punto GPS, etc.), propuesta por Orozco, L (2009).

### 8.3.3. Ubicación, forma, superficie y topografía del cacaotal:

Los cacaotales muestreados se localizaron mediante el uso de un GPS, trazando el contorno del cacaotal y georreferenciando el punto central del cuadro de muestreo. Se identificó todos los sistemas de cultivo o naturales colindantes al cacaotal, señalando cada cambio de colindante con un punto GPS. Se registró la altitud y la orientación de la pendiente en % más importante en el centro de la parcela usando brújula y clinómetro. Además se indicó la ubicación del cacaotal con respecto al relieve (parte plana, pie de loma, media loma o cumbre) y se preguntó al productor la fecha de siembra, la superficie del cacaotal, las variedades sembradas y métodos de propagación (Anexo 3).

### 8.3.4 Metodología de muestreo dentro de cada cacaotal:

Una vez realizado el trazado del contorno del cacaotal se ubicó el centro de la plantación al ojo a partir de la imagen generada en la pantalla GPS. En el centro de la plantación se estableció una parcela de 50 m x 20 m (1000 m<sup>2</sup>) que a su vez fue subdividida en 10 subparcelas o celdas de 10 m x 10 m donde se tomaron las mediciones de campo (Fig.4). Esta metodología fue usada por Grangjean, A (2008) en su estudio: Caracterización de los sistemas agroforestales con cacao de la Reserva Indígena Bribri, Talamanca, Costa Rica.

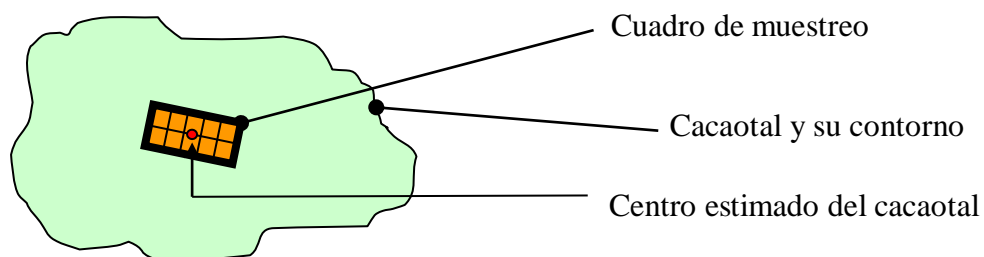


Figura 4: Parcela de cacaotal con la ubicación de la parcela a muestrear.

El Diseño del muestreo en cada cacaotal, con creación de un cuadro de muestreo dividido en 10 celdas se muestra en la figura 5. Cabe mencionar que el centro de la parcela y los cruces de las celdas fueron estaquillados para facilitar la ubicación de los sitios de medición. Las celdas en cada cuadro de muestreo fueron nombradas de tal forma que la pareja de celdas (A1, B5) estuvieron siempre del costado del cuadro de muestreo orientado hacia el Sur; esta metodología fue usada por Grangjean, A (2008).

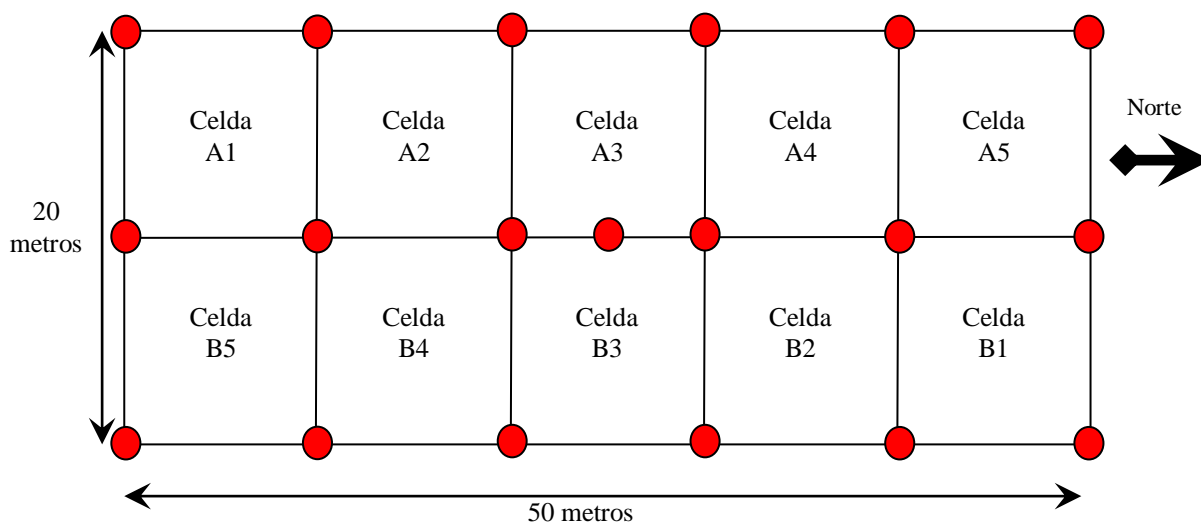


Figura 5: División del cuadro del muestreo en 10 celdas identificada con códigos.

### 8.3.5. Topografía del cuadro de muestreo.

Se registró la altitud y la orientación de la pendiente (%) más importante en el centro de la parcela, para obtener estas mediciones se usó brújula y clinómetro (*Anexo 15*).

### 8.3.5. Estructura del cacaotal.

La estructura vertical del cacaotal se definió con base en lo propuesto por Somarriba (2005), que corresponde a cuatro estratos que son: Alto (25-35m), Medio (9-24m), Bajo (1-8m) y Piso (0-1m). En cada SAF-Cacao se midieron los siguientes componentes:

- **Cacao:** en cada subparcela, se contaron las plantas de cacao con altura  $\geq 2.5$ m. Se estimó la altura de la planta al ojo y se midió la circunferencia del árbol de cacao a 30 cm sobre el suelo, este cultivo pertenece al estrato bajo (*Anexo 15*).

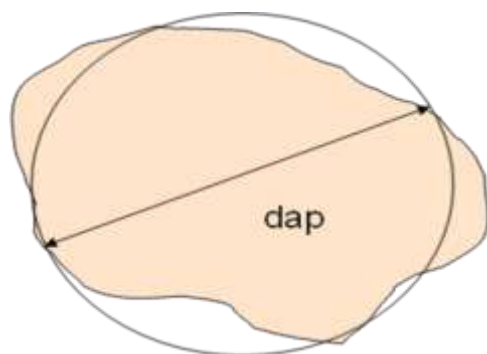
- **Musáceas:** en cada subparcela se contaron las cepas de banano con altura  $\geq 2,5$  m, la altura de la planta se estimó al ojo y se midió la circunferencia de cada pseudo tallo a 30 cm sobre el suelo, esta hierba pertenece al estrato bajo (*Anexo 15*).
- **Plantas leñosas:** se identificaron con ayuda del productor cada planta con altura  $\geq 2,5$  m presente en cada subparcela con su nombre común. A cada individuo se le midió el diámetro a la altura del pecho a 1.30 m (DAP) y se determinó el área basal en los SAF (*Figura 6*), profundidad en cm de la gamba más grande a 1.30 m de alto, evaluación de la forma de la copa tomando como referencia cinco rangos (elipse a, elipse b, esférica, pirámide a y pirámide b) (*cuadro 8*); (*Anexo 15*).

Para estimar el área de copa se tomaron tres mediciones del ancho de la copa proyectada sobre el suelo, todos los ejes de medición pasaron por el tronco del árbol evaluado (*Figura 7*).

La altura se tomó con un clinómetro evaluando tres ángulos. Adicionalmente se especificó la distancia desde el pie del árbol y la posición que esta el clinómetro A, B y N (árbol arriba, abajo o a nivel respectivamente) (*Figura 8*). Para evaluar el estrato superior en el muestreo de fragmentos boscosos se procedió de igual manera, esta metodología es usada por Grandjean, A (2008). Todas las plantas leñosas cuya altura fue mayor a los 25 m pertenecen al estrato superior.

#### Área basal ( $m^2$ ) de un árbol en pie.

*Figura 6:* Calculo del área basal en los SAF-cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.



$$g = \frac{\pi}{4} \times dap^2$$

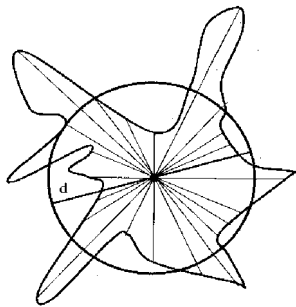
Donde:  $\pi$  constante valor de 3.1416

$g$  es área basal ( $m^2 \text{ árbol}^{-1}$ )

DAP es diámetro al altura del pecho (1.3 m).



Figura 7: Cálculo del área de copa en los SAF-cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.



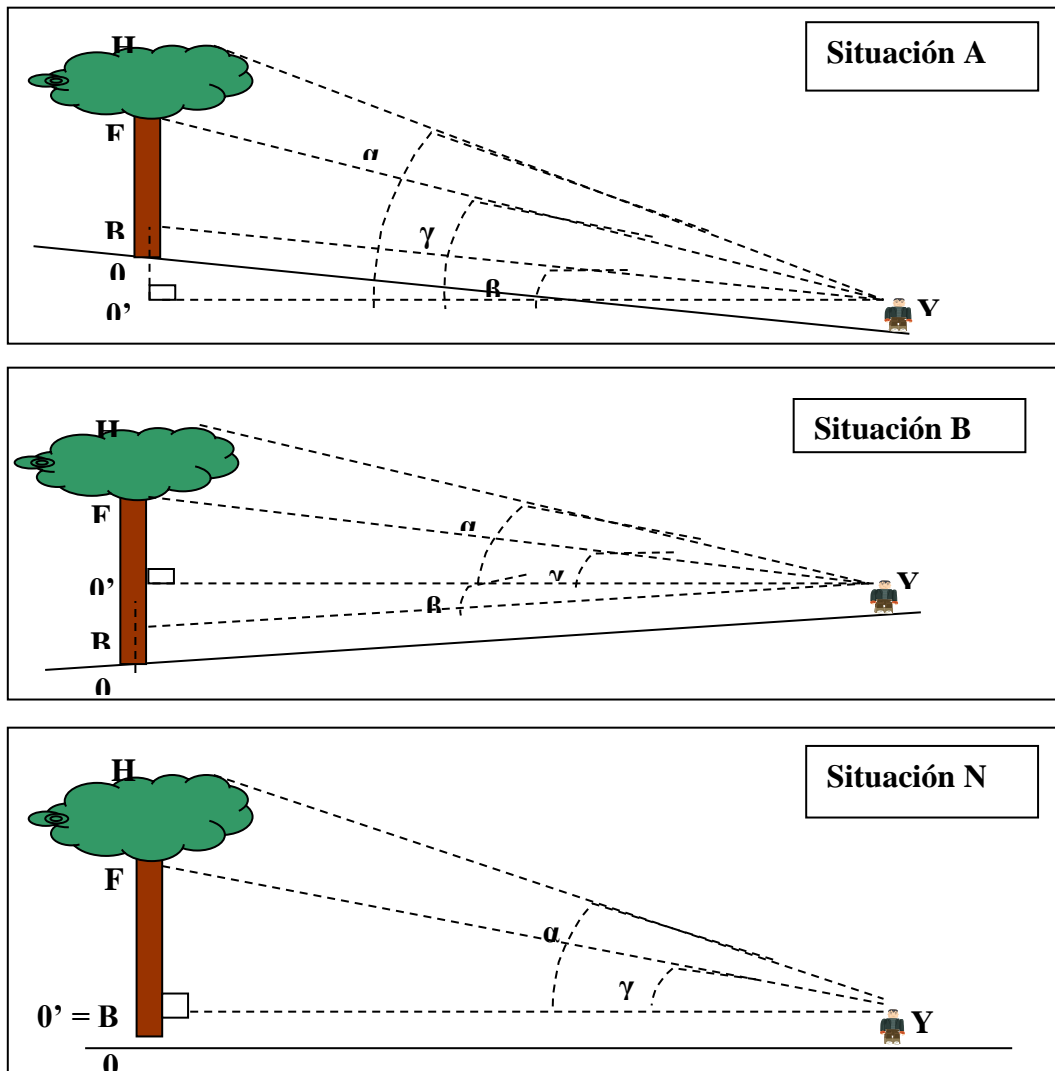
$$A_c = \frac{\pi}{4} D_c^2$$

Donde:  $\pi$  constante valor de 3.1416

$A_c$  es área de copa

$D$  es diámetro promedio de la copa

Figura 8: Toma de ángulos con el clinómetro para determinar la altura total, comercial y de copa de la vegetación arbórea en SAF-cacao y fragmentos de bosques de Waslala.



Con el fin de identificar el manejo agroforestal que los productores dan a las leñosas perennes asociadas al cacao, sobre los beneficios y productos que obtienen del dosel de sombra, se aplicó un cuestionario semiestructurado a los 36 productores de cacao (32 hombres y 4 mujeres) donde se incluye ¿Características de un buen árbol de sombra? ¿Prácticas para regular la sombra? ¿Cuántas especies plantar en el cacaotal? ¿Bienes y productos que obtienes de los árboles de sombra en su cacaotal? (*Anexo 4*).

#### **8.4 Técnicas de recolección de información:**

Las técnicas de recolección de información (ver *anexo 15*) usadas para desarrollar el presente estudio fueron:

**8.4.1) Bibliográfica:** mediante esta técnica se indagó sobre los antecedentes e información relevante del marco teórico de la investigación.

**8.4.2) Encuesta:** mediante esta técnica se recopiló información de las variables de importancia del asocio del cacao y beneficios por este asocio.

**8.4.3) Formularios:** mediante esta técnica se recolectó información sobre la composición botánica y estructural de cada parcela establecida tanto en cacao como en bosque.

**8.4.4) Observación:** esta técnica permitió la identificación de las especies arbóreas encontradas tanto en parcelas de cacao como en bosque.

**8.4.6) Fotografías:** ayudó en la identificación de especies de plantas que el productor no conoce además sirve para la elaboración del catálogo que se entregará a los productores.

## 8.5 Operacionalización de las variables.

**Cuadro 2:** Operacionalización de las variables.

| Objetivos  | VARIABLES   | Subvariables  | Indicadores  | Técnicas   |
|--|---|---|--|--|
| <b>1) Identificar las especies leñosas asociadas al cacao y en fragmentos boscosos en el municipio de Waslala, Nicaragua</b> | Especies leñosas en cacaotales                    | Especies Identificadas en Cacaotales  | Especies leñosas $\geq 2.5m$                           | Catálogo de diversas especies arbóreas.          |
|  |   |   | Circunferencia a 30 cm de alto (cacao y musáceas)      |  |
|  |   |   | Altura medida al ojo (cacao y musáceas).               | Formulario de composición botánica y Estructural |
|  | Especies leñosas en fragmentos boscosos.          |   | Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)                   |  |
|  |   |   | Profundidad de la gamba más grande a 1.30m de alto     | Observación                                      |
|  |   |   | Características de un buen árbol de sombra para cacao. | Fotografías                                      |
|  |   |   | Árboles plantados o regeneración natural               | Encuestas.                                       |
|  |   | Cuáles y cuántas especies de árboles decide plantar el productor en el cacaotal |  |  |
| <b>2) Identificar el manejo agroforestal que aplican los productores a las especies leñosas asociadas al cacao.</b>          | Manejo a las especies leñosas asociadas al cacao. | Prácticas y técnicas a las especies leñosas identificadas.                      | Regulación de sombra:                                  | Encuestas.                                       |
|  |   |   | Número de veces por año                                |  |
|  |   | Cuáles meses  |  |  |
|  |   | Técnicas o prácticas para regular la sombra:                                    |  |  |
|  |   | a) Desrame  |  |  |
|  | b) Descope  |   |  |  |

|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
|  |   |  | c) Raleo  |  |
|  |   |  | d) Anillamiento                                   |  |
|  |   |  | e) Manejo de regeneración natural.                |  |
| <b>3) Justificar los usos y bienes que proporciona el dosel de sombra de la vegetación leñosa asociada al cacao a las familias productoras de Waslala.</b> | Influencia de la estructura vertical y horizontal sobre los bienes.   | Bienes generados a las familias productoras    | Forma de copa                                     | Observación                                      |
|  |   |  | Medición de ancho de copa                         | Formulario de composición botánica y Estructural |
|  |   |  | Altura total (ángulos, distancia, Situación) (Ht) | Encuestas.                                       |
|  |   |  | Medicina(Me)                                      |  |
|  |   |  | Madera para ebanistería-carpintería (M)           |  |
|  |   |  | Construcción de casas (C)                         |  |
|  |   |  | Leña (L)  |  |
|  |   |  | Alimentación Humana (H)                           |  |
|  |   |  | Alimentación animales domésticos (Aa)             |  |
|  |   |  | Alimentación animales silvestres(As)              |  |
|  |   |  | Industrial (I)                                    |  |
|  | Influencia de la estructura vertical y horizontal sobre los servicios | Servicios generados a las familias productoras | Sombra (S)  |  |
| Ornamental (O)   |   |  |   |  |

## **8.6 Análisis de la información.**

Todos los datos colectados en campo, tanto de inventarios como de las encuestas a productores fueron digitados en hojas de cálculo de Excel (2007). Se seleccionaron 15 variables cuantitativas relacionadas con aspectos biofísicos (altitud, pendiente, edad del cacao) y estructurales de los SAF-Cacao de Waslala (riqueza y densidad de especies, área basal de musáceas, árboles y cacao), número de estratos verticales del dosel (alto, medio y bajo) para realizar un análisis de conglomerados con la ayuda del programa estadístico InfoStat. La finalidad de este análisis es conformar grupos de SAF-cacao similares dentro de cada grupo pero disímiles entre grupos. Se descartaron mediante un análisis discriminante canónico aquellas variables que estuvieran correlacionadas entre sí, por ejemplo el área basal con el DAP. Por medio de un análisis de componentes principales se identificaron las variables tanto biofísicas como estructurales que tuvieron más peso en la conformación de los grupos. Posteriormente se realizó análisis multivariado entre los valores medios de las variables (MANOVA al 95% de confianza) con el fin de describir y caracterizar de los grupos de SAF-Cacao conformados.

Finalmente, se calcularon estadísticas descriptivas y/o medidas resumen (media, desviación estándar, mínimo y máximo) para comparar la riqueza y densidad de especies arbóreas entre SAF-Cacao y fragmentos boscosos. Adicionalmente se construyeron gráficos de distribución diamétricas de todos los individuos inventariados. Utilizando el DAP, se calculó el área basal en pie de todos los árboles inventariados.

Con base en la metodología para el análisis y diseño de doseles de sombra en cafetales y cacaotales propuesta por Somarriba (2005) se realizó la caracterización vertical y horizontal de los diferentes grupos de SAF-Cacao conformados y de los fragmentos boscosos incluidos en el inventario.

**Cuadro 3.** Variables reportadas para la caracterización de los SAF-Cacao y fragmentos boscosos en el Municipio de Waslala, RAAN, Nicaragua.

| <b>Estructura vertical</b>                            | <b>Estructura horizontal</b>                              | <b>Composición botánica</b> | <b>Manejo agroforestal</b>                                    |
|---|---|-----------------------------|---|
| Número de estratos del dosel                          | Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> ).                     | Riqueza de especies.        | Origen de las especies (plantados o de regeneración natural). |
| Altura total y media de cada estrato (m).             | Área basal y de copa (m <sup>2</sup> ).<br>Forma de copa. | Categorías de usos.         | Técnicas para la regulación de sombra.                        |
| Altura total, comercial y de copa de los árboles (m). | Distribución de clases diamétricas.                       | Caducifolia de las especies | Criterios para la selección de especies de sombra             |

## IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *9.1 Descripción de los cacaotales y su dosel de sombra.*

Los SAF-Cacao de Waslala se ubican a una altitud media de 550 m (217-693 m). No se registraron cacaotales por encima de los 700 msnm. La densidad de siembra de los cacaotales fue de 660 plantas ha<sup>-1</sup>, la productividad media fue de 328 kg ha<sup>-1</sup>, la altura media de las plantas es 4 m, la edad media fue 23.5 años y vario entre 12 a 35 años. La densidad de musáceas en los SAF-Cacao fue de 182 tallos ha<sup>-1</sup> con una altura media de 3 m. Se registraron un total de 521 árboles en el dosel de sombra de los SAF-Cacao con una densidad de 145 árb ha<sup>-1</sup>. En la línea base realizada en el 2007 el Proyecto Cacao Centroamérica (PCC), se reportan los siguientes datos: altura promedio del cacao 4.5 m lo que evidencia que son plantas viejas y poco manejadas, la densidad de siembra promedio de cacao fue de 900 plantas ha<sup>-1</sup> (850-1000 plantas ha<sup>-1</sup>). Se inventariaron un total de 2966 árboles en 25 ha con una densidad promedio de 118 árboles ha<sup>-1</sup> ( $\pm 35$  árboles) (Orozco y Deheuvels, 2007).

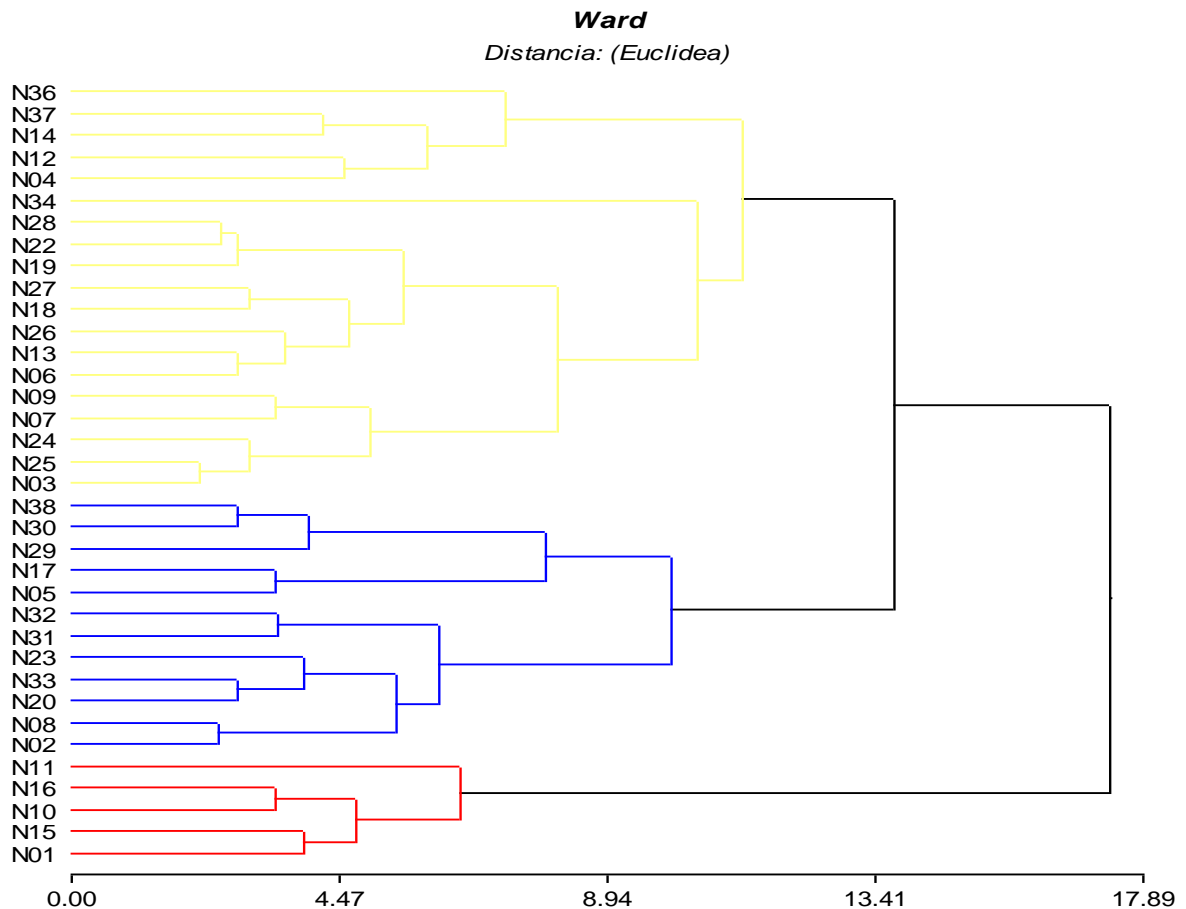
### *9.2 Tipologías de SAF-Cacao en Waslala.*

A partir del análisis de conglomerados usando 15 variables biofísicas y estructurales de los cacaotales fue posible generar tres grupos o tipologías de SAF-Cacao (*Figura 9*).

- **Cacao-Musáceas:** este grupo conglojera 5 SAF-Cacao, todas se encuentran por encima de los 350 msnm, con pendientes más pronunciadas con respecto a los otros grupos, los cacaotales son más viejos, con alta densidad, área basal y tallos de musaceas mas altos.
- **Cacao-Simple:** está integrado por 12 SAF-Cacao, son las plantaciones más jóvenes ubicados en ambos rangos de altitud (menor a 280 y mayor a 350msnm), menor pendiente, poca presencia de musáceas, baja densidad y área basal arbórea, dosel de sombra con uno o dos estratos y menor porcentaje de sombra.
- **Cacao-Diversificado:** está formado por 19 SAF-Cacao, se encuentran en ambos rangos de altitud (menor a 280 y mayor a 350msnm), registraron la menor densidad de

plantas de cacao y musáceas, mayor riqueza y densidad de árboles de sombra, un dosel con tres estratos y mayor porcentaje de sombra.

- **Fragmentos de bosque:** conformado por 4 parcelas, todas ubicadas a más de 350 msnm, presenta una pendiente bastante pronunciada, la densidad arbórea es muy alta, pero el área basal baja debido a la alta competencia entre individuos, tanto el número de especies del dosel como el porcentaje de sombra fueron altos, se registraron 869 individuos, 90 especies identificadas y 2 no identificadas. Los fragmentos de bosque registraron mayor abundancia y riqueza que los SAF-Cacao.



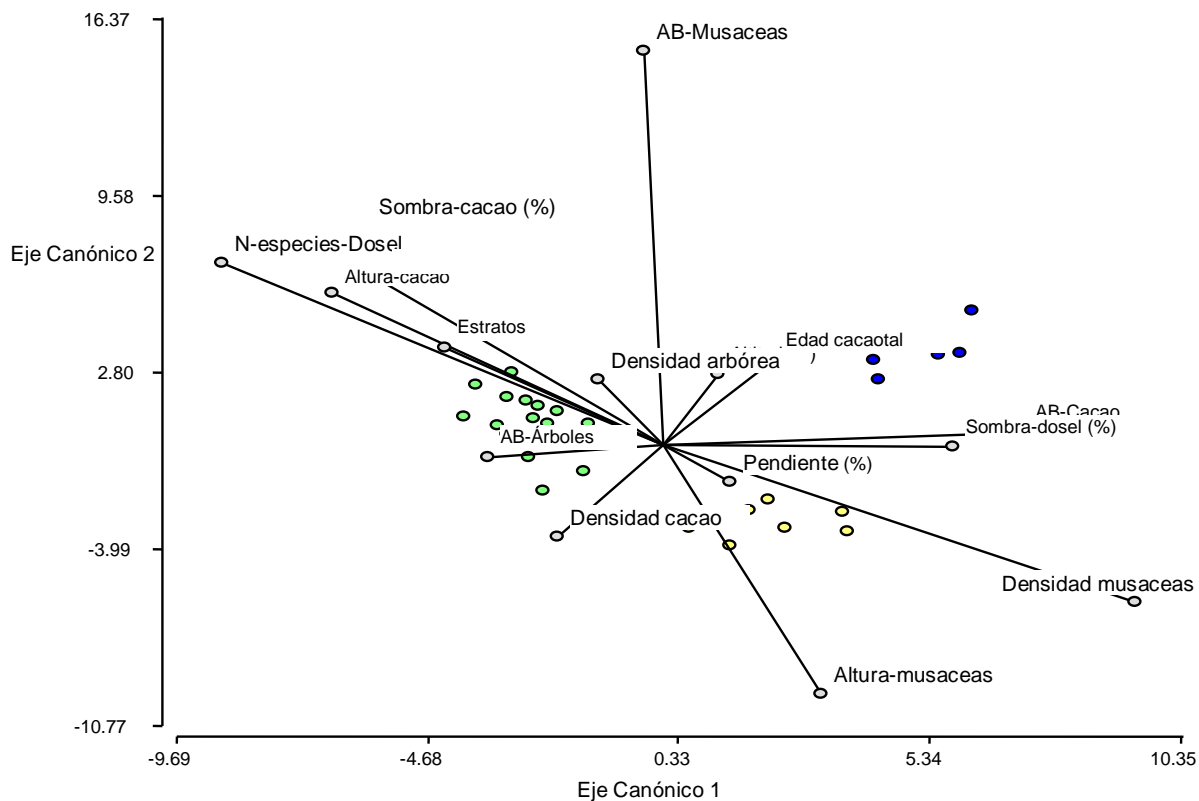
**Figura 9:** Grupos o tipologías de SAF-Cacao según variables estructurales y biofísicas de los cacaotales.



Las variables biofísicas y estructurales que más aportaron a la diferenciación de los grupos fueron: altitud, pendiente, edad del cacaotal, densidad de musáceas, área basal de musáceas, altura de musáceas y estratos son las que caracterizan mas a los conglomerados y ayudan en la separación de los mismos (Cuadro 4). Los valores medios, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos de todas las variables usadas en el análisis de conglomerados se muestran en el anexo 8.

**Cuadro 4:** Valores medios de las variables estructurales de los SAF-Cacao (Prueba ANDEVA-Multivariada de Hotellig-95% de confianza).

| <b>Conglomerado</b> | <b>Cacao-Musaceas</b> | <b>Cacao-Simple</b> | <b>Cacao-Diversificado</b> | <b>Fragmentos de bosque</b> |
|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Altitud (m)         | 605.8                 | 315.92              | 389.05                     | 424,80                      |
| Pendiente (%)       | 37.6                  | 17.17               | 19.26                      | 53                          |
| Edad cacaotal       | 24.4                  | 20.25               | 21.37                      | 0                           |
| Densidad cacao      | 684                   | 687.5               | 635.79                     | 0                           |
| Densidad musáceas   | 616                   | 166.67              | 76.84                      | 0                           |
| Densidad arbórea    | 76                    | 77.5                | 205.26                     | 2172.5                      |
| AB-Cacao            | 1.29                  | 1.31                | 1.13                       | 0                           |
| AB-Musáceas         | 2.64                  | 0.67                | 0.28                       | 0                           |
| AB-Árboles          | 1.16                  | 0.6                 | 1.17                       | 3.6                         |
| N-especies-Dosel    | 4.2                   | 4.33                | 8                          | 41                          |
| Altura-cacao        | 3.99                  | 3.83                | 4.09                       | 0                           |
| Altura-musáceas     | 4.9                   | 2.87                | 1.95                       | 0                           |
| Estratos            | 2.6                   | 1.75                | 2.37                       | 0                           |
| Sombra-dosel (%)    | 41.7                  | 30.71               | 47.47                      | 85.4                        |
| Sombra-cacao (%)    | 81.94                 | 69.9                | 81.25                      | 0                           |
| N                   | 5                     | 12                  | 19                         | 4                           |
| P                   | C                     | B                   | A                          |                             |



**Figura 10:** Variables con mayor peso en la conformación de grupos de los SAF-Cacao.

### 9.3 Composición Botánica.

En total se registraron 1390 individuos arbóreos representando a 56 familias, 110 géneros y 130 especies en las 40 parcelas muestreadas (36 parcelas de cacao y 4 en fragmentos de bosques). La densidad arbórea en los cacaotales fue de 145 árboles  $\text{ha}^{-1}$  y en los bosques presentó una densidad de 2173 árboles  $\text{ha}^{-1}$ . Se registraron tres estratos de sombra en los SAF-cacao: bajo con 143 individuos (27.44%), medio con 351 individuos (67.37%) y el alto 27 individuos (5.18%). Las especies leñosas más abundantes fueron: Laurel (*Cordia alliodora*) 22 árb  $\text{ha}^{-1}$ ; Pejibaye (*Bactris gasipaes*) 20.75 árb  $\text{ha}^{-1}$ ; Varilla negra (*Ryania speciosa*) 17 árb  $\text{ha}^{-1}$ ; Ojoche colorado (*Brosimum terrabanum*) 14 árb  $\text{ha}^{-1}$ ; Cordoncillo (*Piper aduncum* L) 14 árb  $\text{ha}^{-1}$  y Areno blanco (*Zuelania guidonia*) 14 árb  $\text{ha}^{-1}$ . La familia más representativa en diversidad fué Mimosaceae (5 géneros, 13 especies y 182 individuos); seguida de la familia

Moraceae (5 géneros, 9 especies y 138 individuos); Flacourtiaceae (4 géneros, 5 especies y 131 individuos) y Fabácea (8 géneros, 10 especies y 54 individuos).

La línea base del Proyecto Cacao Centroamérica (PCC) reportado que los cacaotales de Centro América contienen entre 125-145 especies arbóreas en el dosel de sombra de 25 ha de plantaciones inventariadas por país. La densidad de árboles de sombra varió entre 85-194 árboles  $ha^{-1}$ . Se inventarió un total de 18300 árboles en los doseles de sombra de los cacaotales. La población de árboles en los seis países fue similar y se distribuyó en tres estratos verticales (bajo <10 m-, medio-10-20 m- y alto->20 m) con proporción de 50:30:20 (%) de la densidad total. Los productores de Guatemala, Costa Rica y Nicaragua retienen y manejan mayor diversidad arbórea en el dosel de sombra de sus cacaotales.

Mientras que estudios realizados en diferentes países latinoamericanos por mencionar a Salgado *et al* (2007), registró un total de 790 árboles, representando a 23 familias, 38 géneros y 47 especies en un área total de 7.2 ha. La familia Fabácea fue el grupo con mayor diversidad, la densidad promedio fue de 109 árb  $ha^{-1}$ , mientras que el presente estudio fue la familia Mimosaceae con una densidad promedio de 146 árb  $ha^{-1}$ . Santos *et al* (2004) inventariaron 21060 individuos, en 7 parcelas de 0.25 ha. La densidad fue de 3009 árb  $ha$  pertenecientes a 27 familias, 53 géneros y 61 especies. En este estudio se obtuvo mayor abundancia, pero el presente estudio lo superó en diversidad.

Los resultados obtenidos en el estudio en cuanto a diversidad y riqueza específica son similares a los derivados de investigación realizada por Suatunce *et al* (2005) en donde el bosque presentó la mayor riqueza de especies y el número más alto de individuos.

Otros estudios realizados en cacao en diferentes países se han encontrado densidades de 3.5 árboles  $ha^{-1}$  maderables en Alto Beni, Bolivia. (Orozco y Somarriba 2005) allí mismo López y Somarriba 2005 encontraron una densidad de 17 árboles  $ha^{-1}$  de frutales, la densidad promedio encontrada por Salgado *et al* (2007) en la región del Soconusco, Chiapas, México fue de 109 árb  $ha^{-1}$ ; Suatunce *et al* (2003) en su estudio realizado en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica encontró una densidad 230 árb  $ha^{-1}$  con DAP  $\geq 10$ .

El estudio que llevó a cabo Grandjean (2008) en Talamanca, Costa Rica fue muy similar al presente estudio, puesto que se inventarió en 36 cuadros de muestreo de 1000 m<sup>2</sup> c/u (3.6 ha) un total de 1249 individuos, se diferencian 59 especies; entre las cuales 53 especies fueron identificadas. Estas 53 especies se distribuyen en 25 familias. La abundancia promedio de las especies asociadas a los árboles de cacao es de 34,7 individuos por cuadro de muestreo, entre los cuales 23,5 son árboles y 11,2 son musáceas. En el presente estudio la abundancia por cuadro de muestreo sería de 32.6 individuos (18.2 musáceas y 14.47 árboles de sombra).

También se han realizado estudios similares en café como el de CAFENICA (2006) muestreó en la zona Norte de Nicaragua 384 fincas de café e inventarió 156 especies de árboles con diferentes utilidades en zonas altas y húmedas. Las especies de guabas son las más comunes obteniendo una densidad de 152 árboles ha<sup>-1</sup>.

### ***9.3.1 Especies registradas en fragmentos de Bosque.***

Se contabilizaron 869 individuos; representando a 47 familias, 80 géneros y 90 especies en 4 parcelas (0.4 ha). En donde el 2.45 % corresponde a los individuos encontrados en las 4 parcelas, tales como: *Ryania speciosa* (Flocourtiaceae, 69 individuos, 173 árb ha<sup>-1</sup>), *Piper aduncum* L (Piperaceae, 57 individuos, 143 árb ha<sup>-1</sup>), *Parkinsonia aculeata* (Caesalpiaceae, 33 individuos, 83 árb ha<sup>-1</sup>) Anexo 13. Lo que indica que en sistemas intactos manejados por el mismo paisaje natural ó ecosistema, permite conservar las especies de la vegetación original (Beer *et al*, 2003). A la vez el sistema boscoso de Waslala tiene la mayor abundancia y diversidad, siendo más rico de acuerdo a la uniformidad entre las especies. El estudio realizado por Suatunce *et al* (2003), en el bosque se encontró los promedios más altos para todas las variables, así como; mayor diversidad, números de árboles (siendo superior con las especies reportadas, 185 especies), área basal y mayor densidad que los cacaotales, pero el promedio, distribución de diámetro y altura son muy similares. En cambio este estudio, el bosque presentó; las pendientes pronunciadas, densidad arbórea, número de especies del dosel y porcentaje de sombra más altos. Pero el área basal baja por la competencia entre individuos; Presentando mayor regeneración natural que los cacaotales, coincidiendo ambos estudios. El

número de especies (80 especies) encontradas en bosque tiene cierta similitud en el estudio de Guiracocha *et al* (2001).

### **9.3.2 Especies registradas en SAF-Cacao.**

Se registro un total de 521 árboles (72 individuos, 20 árb ha<sup>-1</sup>), representando a 35 familias, 57 géneros y 70 especies en 36 parcelas establecidas (3.6 ha). Obteniendo el 10.7 % en 24 parcelas *Cordia alliodora* (Boraginaceae, 87 individuos, 24 árb ha<sup>-1</sup>); 8.9 % en 20 parcelas *Inga vera* (Mimosaceae, 36 individuos, 10 árb ha<sup>-1</sup>); 4.9 % en 11 parcelas *Inga bracteifera* (Mimosaceae, 34 individuos, 9 árb ha<sup>-1</sup>), Anexo 12. Siendo las tres especies más frecuentes en los inventarios agroforestales de cacao. Más sin embargo, los SAF son una herramienta complementaria para conservar y proteger los paisajes fragmentados, con cierta similitud a un hábitats original (Beer *et al*, 2003). *Cordia alliodora* y *Bactris gasipaes* fueron las especies más dominantes en los cacaotales, coincide con lo reportado por Suatunce *et al* (2003), pero difiere con el número de especies (56 especies) encontrados en los cacaotales. También con menor riqueza de especie (35 especies) presentó el estudio reportado por Guiracocha *et al* (2001).

### **9.3.3 Especies registradas en ambos sistemas (SAF-Cacao y fragmentos de Bosque).**

En ambos sistemas se encontraron 29 individuos (7 árb ha<sup>-1</sup>) representando 19 familias, 26 géneros y 29 especies en 40 parcelas establecidas (4 ha). Los individuos más representativos fueron *Inga paterno* (Mimosaceae) 24 individuos en bosque y 4 individuos en SAF-Cacao; *Parkinsonia aculeata* (Caesalpiniaceae) 33 individuos en bosques y 1 individuo en SAF-Cacao (Anexo 14). Por lo tanto la estructura multi-estratificada y composición florística, permite la conectividad del paisaje que proporciona la cobertura boscosa de los SAF y a la vez amortiguan áreas protegidas (Grandjean, 2008; Suatunce *et al*, 2003; Beer *et al*, 2003). Esto aclara lo reportado por Somarriba (2004), que los pequeños productores de todo el mundo plantan seleccionando de la regeneración natural ó retienen del bosque original varias especies útiles para la sombra de cacao. Estas misma prácticas de socolar y retener especies de cobertura en asocio en SAF, son establecida en el sitio de estudio, deducida mediante este

análisis, que cuyo diseños agroforestales van a responder a los intereses ó objetivos a lograr, también dependerá de las condiciones agroecológicas y socioeconómica. En este estudio se encontraron 29 especies en ambos sistemas, que corresponden especies arbóreas de bosque primario y secundario. Con cierta similitud a las especies arbóreas de bosque primario (Cacao, 7 sp; Bosque, 52 sp) y secundario (Cacao, 28 sp; Bosque, 28 sp) reportado por Guiracocha *et al* (2001).

#### ***9.4 Estructura vertical de los SAF-Cacao.***

En el estrato bajo (1-8m) ocurre el 27.44% del total de individuos registrados, se incluyen plantas de cacao, musáceas, especies frutales (30 %), leguminosas (16 %), maderables (14 %); El estrato medio (9-24m) contiene al 67 % del total de individuos, se destacan maderables (21 %), frutales (18 %), leguminosas (12 %), medicinales (2 %); En tanto en el estrato alto (25-35m) ocurre solo el 5.18 % de individuos y está dominado por los maderables (67 %), leguminosas(11 %) y frutales(7 %).

**Cuadro 5:** Estratos en el dosel de los SAF-Cacao de Waslala.

| Estratos del dosel | Total de Individuos | Densidad arbórea (ha <sup>-1</sup> ) | Altura máxima | Altura mínima | Altura media | Especies dominantes  |
|--------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------|--|
| Bajo               | 143                 | 39.72                                | 8.92          | 2.1           | 6.28         | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 14%; Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 13%; Guaba ceniza ( <i>Inga bracteifera</i> ) 10%; Mango ( <i>Mangifera indica</i> L) 9 %; Guaba negra ( <i>Inga punctata</i> ) 6 %; Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis</i> L) 6 %; Mandarina ( <i>Citrus reticulata blanco</i> ) 3%. |
| Medio              | 351                 | 97.5                                 | 23.96         | 9.09          | 14.95        | Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 18%; Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 17 %; Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ) 8 %; Poro ( <i>Erythrina poeppigiana</i> ) 4 %; Aripin ( <i>Caesalpinia velutina</i> ) 3 %; Macuelizo ( <i>Tabebuia rosea</i> ) 2 %; Aguacate ( <i>Persea americana</i> ) 2 %.              |
| Alto               | 27                  | 7.5                                  | 54.92         | 25.04         | 31.89        | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 30 %; Guayabon ( <i>Terminalia oblonga</i> ) 15 %; Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ) 11 %; Jobo ( <i>Sciadodendron excelsum</i> ) 11 %; Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 7 %; Chaperno ( <i>Albizia adinocephala</i> ) 7 %; Gavilán ( <i>Albizia guachapele</i> ) 4 %.    |

Los cacaotales de la región litoral del Ecuador presentan un dosel de sombra con árboles de menor altura ( $\leq 25$  m). Maridueña y Guiracocha (2006), mientras que Somarriba *et al* (2003) reporta que cacaotales de la región indígena de Talamanca manejan sombra diversa multiestratificada con doseles de dos o tres estratos de sombra y alturas de hasta 30m. Suatunce *et al.*, 2003 encontró en los territorios indígenas de Talamanca que el 45% de los individuos presentes en el bosque y en cacaotales midieron entre 10 y 20 m de altura.

Vega (2005), en fincas cacaoteras en Alto Beni, Bolivia determinó que la altura total máxima de los árboles fue 35 m y la mínima 3 m y en el cálculo de la altura comercial máxima fue 20 m y mínima 1 metro. Mientras que Guiracocha *et al.*, (2001) encontró que las alturas máximas

variaron entre 37-50 m pero que la mayoría de los árboles tuvieron altura entre 10 a 20 m de los SAF-Cacao de Talamanca.

Los resultados obtenidos en cuanto a los estratos difieren de lo encontrado por Ortiz y Somarriba (2005), en Alto Beni, Bolivia, donde el mayor número de individuos se correspondían al estrato alto, los cacaotales de los indígenas de Talamanca, Costa Rica, tienen cuatro estratos verticales; el estrato bajo contienen plantas de cacao, plátanos y bananos, frutales de porte bajo, el estrato medio contienen árboles de guaba (*Ingas sp*), cítricos, pejibaye (*Bactris gasipaes*), coco (*Cocos nucifera*) y otros frutales; los del estrato alto se encuentran laureles (*Cordia alliodora*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), almendro (*Prunus amygdalus*) y jabillo (*Hura crepitans*) entre otras especies según Somarriba y Harvey 2003.

Además de la altura total se calculó también la altura comercial y de copa de los SAF-cacao, (Anexo 9), encontrándose que la especie *Terminalia oblonga* (Combretaceae, 19 individuos) obtuvo la mayor altura total, comercial y de copa (55 metros, 30 metros y 25 metros respectivamente). La altura total mínima pertenece a la especie *Morinda panamensis* (Rubiaceae, 16 individuos) con 2 metros, quien junto con *Vanilla planifolia* (Orchidaceae, 6 individuos) presentan la altura comercial mínima (1 metro). La altura mínima de copa perteneció a *Erythrina poeppigiana* (Fabaceae, 18 individuos) con 0.37 metros, esto se debe a las técnicas de poda y descope utilizadas por los productores La altura del árbol, área de copa y forma en que se maneje determina el espaciamiento y por ende la densidad de la población arbórea (Somarriba 2005).

### **9.5 Estructura horizontal de los SAF-Cacao.**

La densidad de cacao en las 36 parcelas (3.6ha) fue de 660 plantas ha<sup>-1</sup>, la densidad de musáceas 182 tallos ha<sup>-1</sup>. La densidad arbórea en los SAF-cacao es de 145 árboles ha<sup>-1</sup> y en fragmentos de bosques fue 2,173 árboles ha<sup>-1</sup>.

El total de cacao registrado (2,375), ocupa un área basal de 43.74 m<sup>2</sup>, las musáceas (654 tallos en total) ocupan 26.48 m<sup>2</sup> de área basal y 35.16m<sup>2</sup> es ocupado por los árboles de sombra (521 individuos), equivale a 9.76 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>. Según la FHIA (2007) el área basal/ha debe ser de 10



m<sup>2</sup>/ha como máximo si sobrepasa este valor se debe acudir al raleo de algunos árboles para evitar una mayor competencia con el cultivo. El área basal ocupada. En los fragmentos de bosque los individuos que se registraron (869) ocuparon 14.72 m<sup>2</sup> de área basal. Se observa que los SAF-Cacao ocupan mayor área basal que los fragmentos de bosques esto es debido a la competencia por luz y espacio entre los individuos.

**Cuadro 6:** Diámetro a la altura del pecho y Área Basal de los SAF-Cacao y fragmentos de bosques.

| Sitio                       | DAP* ( cm) |      |       | Área basal (m <sup>2</sup> ) |        |       |           |
|-----------------------------|------------|------|-------|------------------------------|--------|-------|-----------|
|                             | Max        | Min. | Media | Max                          | Min.   | Media | Sumatoria |
| Cacao ( 2375)               | 35.5       | 4    | 14.8  | 0.088                        | 0.001  | 0.018 | 43.74     |
| Árboles de sombra (521)     | 200        | 1.7  | 22.3  | 3.143                        | 0.002  | 0.068 | 35.16     |
| Musáceas (654)              | 42.8       | 8.2  | 22.1  | 0.144                        | 0.005  | 0.040 | 26.48     |
| Fragmentos de bosques(869 ) | 127        | 1.1  | 9.1   | 1.267                        | 0.0001 | 0.017 | 14.72     |

\* Para árboles en cacao y fragmentos de bosques es medido a 1.30 m del suelo y en cacao y musáceas a 30cm.

La especie que obtuvo mayor área basal en SAF-cacao es *Terminalia oblonga* (14 individuos, 4 árb ha<sup>-1</sup>, con 3 m<sup>2</sup>); Pastrana *et al* (1999), en el estudio los componentes arbóreos en sistemas agroforestales tradicionales de los indígenas de Ngobe-Panamá, menciona que *Terminalia oblonga* es codiciada en Costa Rica por su alto valor comercial. La menor área basal en SAF-cacao corresponde a 25 individuos, con 0.002 m<sup>2</sup> (*Inga vera*; *Caesalpinia velutina*, *Carapa guianensis*, *Erytrina berteroana*). En los fragmentos de bosque la especie *Zuelania guidonia* (55 individuos, 138 árb ha<sup>-1</sup>, con 1 m<sup>2</sup>) tiene mayor área basal y 14 individuos, con 0.0001 (*Calathea macrosepala*, *Chusquea simpliciflora*, *Heliconia spp*) obtuvieron la menor área basal. La mayor parte del área agrícola está ocupada por el cultivo de interés por el productor de cacao (44 m<sup>2</sup>), en asocio con árboles de sombra (35 m<sup>2</sup>) y musáceas (26 m<sup>2</sup>). Estos componentes representan un factor importante económicamente rentable, de fácil comercialización, obteniendo beneficios ambientales y no comerciales.

En los SAF-Cacao tuvieron un DAP entre 1-200 cm, siendo la especie *Terminalia oblonga* (Combretaceae, 14 individuos) con mayor dap y *Inga vera* (Mimosaceae, 36 individuos) con

menor dap. Los fragmentos de bosque presentaron DAP entre 1-127 cm, que corresponde con mayor dap a la especie *Zuelania guidonia* (Flacourtiaceae, 55 individuos) y menor dap a *Phragmites australis* y *Chusquea simpliciflora* (Poaceae, 8 y 30 individuos). Según Orozco y Somarriba (2005), el 45 % de todos los árboles midieron entre 10-20 cm de dap; En cambio Burgos *et al* (2008), encontró el 53-60 % de los árboles frutales tuvieron un dap entre 10 -30 cm. El asocio de árboles superiores satisface las necesidades de sombra y a la vez le brinda al productor de cacao un ingreso adicional, como materiales útiles.

### 9.5.1 Área de copa de los SAF-Cacao.

El 92.47% del área (36000 m<sup>2</sup>) muestreada está siendo ocupada por las copas de los árboles de sombra lo que se interpreta como un exceso de sombra en los cacaotales puesto que es un cacao adulto debe de tener de 30-40% de sombra. En los SAF-cacao la especie que presentó mayor área de copa 612.82 m<sup>2</sup> fue *Albizia adinocephala* (Chaperno), la mínima 8.35 m<sup>2</sup> fue conformada por *Terminalia oblonga* (Guayabón), en los fragmentos de bosques la especie con mayor área de copa 1010.35 m<sup>2</sup> fue *Tamarindus indica L* (Tamarindo) y la especie con menor área de copa 0.13 m<sup>2</sup> fue *Ryania speciosa* (varilla negra).

**Cuadro 7:** Área de copa de la vegetación reportada en los SAF-Cacao y fragmentos de bosques.

| Clase                | Sumatoria (m <sup>2</sup> ) | Media (m <sup>2</sup> ) | Desviación Standard | Maximo (m <sup>2</sup> ) | Mínimo (m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| SAF-Cacao            | 33,289.2                    | 63.89                   | 68.41               | 612.82                   | 8.35                     |
| Fragmentos de bosque | 32,839.47                   | 38.63                   | 89.92               | 1010.35                  | 0.13                     |

El tamaño de la copa (diámetro) y la frondosidad, son factores decisivos para determinar la densidad de siembra de especies de sombra a establecer inicialmente, aunque la intensidad de la sombra puede modificarse mediante podas, raleos o mediante una combinación de ambas practicas. Según la FHIA (2007) considera que una especie adecuada para sombra del cacao debe proyectar una sombra difusa y aunque existen otras especies que muestran una copa






densa que las hace más competitivas por luz, esto obliga a una menor densidad de plantas por área, o hacer raleos hasta reducir la población a cerca de 50 árboles ha<sup>-1</sup>.

Vega (2005) reporta un diámetro de copa máximo de 21 m correspondiente a corochó (*Poulsenia armata*, Moraceae), Timboi (*Apeiba membranacea*, Tiliaceae) y Sangre de grado (*Croton darconoides*, Euphorbiaceae) con 20m y pomo (*Diploon cuspidatum*, Sapotaceae) con 18 m.

### **9.5.2 Forma de copa.**

La especie *Cordia alliodora* (Laurel) se presentó en todas las formas de copas propuestas, esto se debe a que la especie ocurre a diferentes edades dentro de los cacaotales. La especie *Bactris gasipaes* (Pejibaye) presentó 4 de las 5 formas de copa evaluadas, los productores manifiestan tener mayor preferencia por la forma de copa “Elipse b”, representando el 37.27% de los árboles inventariados, pues aseguran que es más fácil de manejar, producen mayor cantidad de hojas aprovechables para fertilizar el suelo además de brindar mayor sombra con respecto a las demás formas.

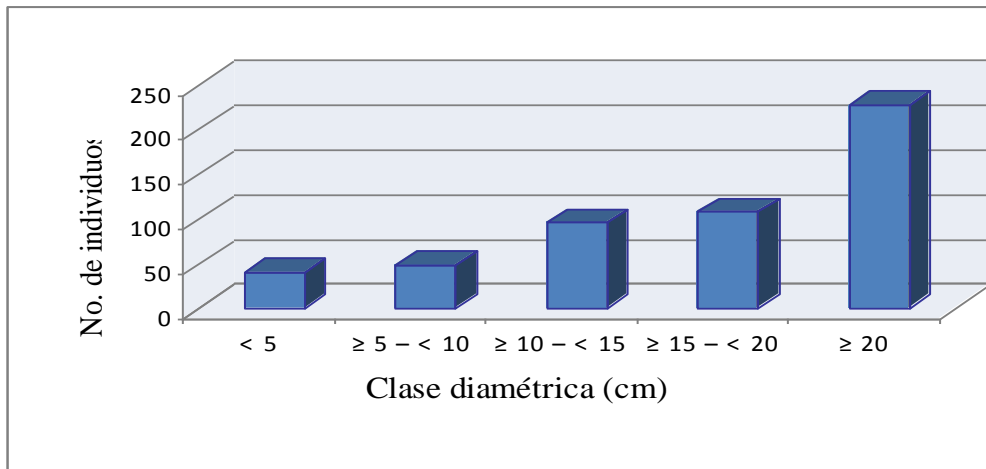
**Cuadro 8:** Diferentes formas de copa reportadas en la vegetación de SAF-cacao y fragmentos de bosque.

| Códigos    | Forma   | No./individuos | Porcentaje de árboles | Especies representativas   |
|------------|---|----------------|-----------------------|--|
| Elipse a   |    | 514            | 37.5                  | Cordoncillo ( <i>Piper aduncum</i> L) 8.36%; Carrizo ( <i>Chusquea simpliciflora</i> ) 5.83%; Ojoche colorado ( <i>Brosimum terrabanum</i> ) 5.64%; Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 4.66%; Areno blanco ( <i>Zuelania guidonia</i> ) 4.28%; Chichicaste ( <i>Urera caracassana</i> ) 3.89%. |
| Elipse b   |    | 511            | 37.27                 | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 6.65%; Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 6.65%; Pacaya ( <i>Chamaedorea tepejilote</i> ) 3.91%; Ojoche colorado ( <i>Brosimum terrabanum</i> ) 3.52%; Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ) 3.52%; Areno blanco ( <i>Zuelania guidonia</i> ) 3.32%.        |
| Pirámide b |  | 162            | 11.82                 | Platanillo ( <i>Heliconia</i> sp) 11.72%; Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 8.02%; Palmilla montesa ( <i>Astrocaryum olatum</i> ) 8.02%; Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 7.40%; Areno blanco ( <i>Zuelania guidonia</i> ) 4.32%; Chilca ( <i>Cascabela ovata</i> ) 3.08%                 |
| Esférica   |  | 154            | 11.23                 | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 8.44%; Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 7.14%; Areno blanco ( <i>Zuelania guidonia</i> ) 6.49%; Guaba ceniza ( <i>Inga bracteifera</i> ) 5.19%; Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ) 4.54%; Ojoche ( <i>Brosimum alicastrum</i> ) 3.89%.                 |
| Pirámide a |  | 30             | 2.19                  | Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ) 10%; Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) 10%; Guabilla ( <i>Inga tonduzii</i> ) 10%; Guaba negra ( <i>Inga punctata</i> ) 10%; Cordoncillo ( <i>Piper aduncum</i> L) 6.66%; Aripin ( <i>Caesalpinia velutina</i> ) 3.33%.                                  |

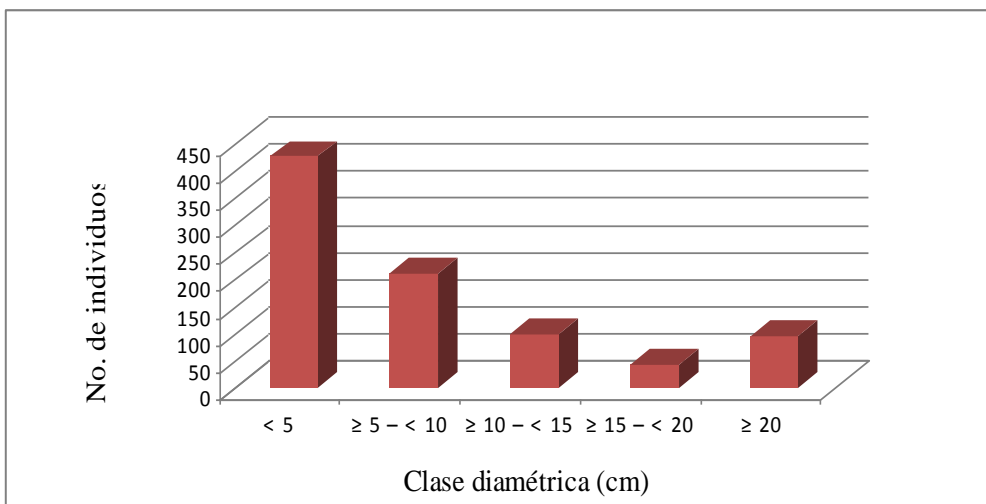
### 9.6 Clases diamétricas de la población arbórea registrada en SAF-Cacao y fragmentos boscosos.

La FHIA (2007) menciona que de los parámetros que definen el desarrollo de una especie forestal, el diámetro tiene especial importancia cuando se trata de especies componentes de sistemas agroforestales, ya que está relacionado directamente con el área basal.

Es notoria la diferencia que hay en los DAP de SAF-Cacao y de fragmentos de bosques, en los primeros, el número de individuos aumenta conforme el DAP es  $\geq$  a 20m y en los últimos es todo lo contrario el DAP disminuye a medida que se aleja de los DAP menores a 5cm, por esta razón se deduce que la competencia por luz y espacio es muy notoria en los bosques.



**Figura 11:** Distribución diamétrica de la población arbórea asociada al cacao.



**Figura 12:** Distribución diamétrica de la población arbórea en fragmentos de bosque.

**9.7 Estructura funcional de los SAF-Cacao en el Municipio de Waslala.**

**Cuadro 9:** Bienes y servicios que brinda la vegetación arbórea a las familias productoras de Waslala.

| Usos locales        | No. de especies | No. De individuos | % del total de árboles | Especies representativas   |
|---------------------|-----------------|-------------------|------------------------|--|
| <b>Sombra</b>       | 71              | 520               | 99.80                  | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ); Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ); Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ); Guaba Ceniza ( <i>Inga bracteifera</i> ); Guaba negra ( <i>Inga punctata</i> ).     |
| <b>Leña</b>         | 69              | 417               | 80.03                  | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ); Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ); Guaba colorada ( <i>Inga vera</i> ); Guaba Ceniza ( <i>Inga bracteifera</i> ); Guaba negra ( <i>Inga punctata</i> ).     |
| <b>As*</b>          | 19              | 262               | 50.28                  | Zapote ( <i>Pouteria sapota</i> ); Guanabana ( <i>Annona muricata L</i> ); Papaya ( <i>Carica papaya L</i> ); Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ); Sonzapote ( <i>Licania platypus</i> ).         |
| <b>H*</b>           | 17              | 259               | 49.71                  | Guayaba ( <i>Psidium guajava L</i> ); Aguacate ( <i>Persea americana</i> ); Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis L</i> ); Mango ( <i>Mangifera indica L</i> ); Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ). |
| <b>Maderables</b>   | 44              | 234               | 44.91                  | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ); Pochote ( <i>Pachira quinata</i> ); Cola de pava ( <i>Trichilia hirta L</i> ); Gavilan ( <i>Albizia guachapele</i> ); Areno ( <i>Llex hondurensis</i> )        |
| <b>Construcción</b> | 43              | 201               | 38.57                  | Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ); Cedro ( <i>Cedrela odorata L</i> ); Granadillo ( <i>Dalbergia retusa</i> ); Capulin ( <i>Muntingla calabura</i> ); Guayabon ( <i>Terminalia oblonga</i> )      |
| <b>Aa*</b>          | 13              | 138               | 26.48                  | Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ); Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> ); Jobo ( <i>Sciadodendron excelsum</i> ); Papaya ( <i>Carica papaya L</i> ); Zapote ( <i>Pouteria sapota</i> ) |
| <b>Ornamental</b>   | 3               | 84                | 16.12                  | Ceiba( <i>Ceiba pentandra L</i> ); Melina( <i>Gmelina arborea</i> ); Pejibaye( <i>Bactris gasipaes</i> )   |
| <b>Me*</b>          | 4               | 34                | 6.52                   | Aguacate ( <i>Persea americana</i> ); Eucalipto ( <i>Eucaliptus camaldulensis</i> ); Jiñocuabo ( <i>Bursera simaruba L</i> ); Mango ( <i>Mangifera indica L</i> )                                  |
| <b>Industrial</b>   | 1               | 7                 | 1.34                   | Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> )  |

\*(*As*) Alimento para animales silvestres; (*Aa*) Alimento para animales domésticos; (*H*) Alimento humano; (*Me*) Medicinal

El estudio realizado por Granjean (2008), en la reserva indígena Bribri, Talamanca, Costa Rica registró también usos similares como: 31 especies utilizadas para alimentación en los hogares de las cuales 8 especies tienen demanda en los mercados locales. 8 especies proporcionan material para construcción de casas y botes, y al menos 7 especies diferentes para la alimentación de animales domésticos.

Resultados del diagnóstico de familias, fincas y cacaotales, Línea Base del Proyecto Competitividad y Ambiente en los Paisajes Cacaoteros de Centroamérica, realizado por Orozco y Deheuvels (2007); muestran que la mayoría de las especies son plantadas, manejadas y aprovechadas como madera, fruta, leña y solo sombra. Varias especies arbóreas se utilizan para un mismo fin. Por ejemplo, laurel (*Cordia alliodora*) y cedro amargo (*Cedrela odorata*) se utilizan como fuente de madera para consumo en la finca, el hogar y para la venta. Varios genotipos de bananos, guineos y plátanos (*Mussa spp*), naranja (*Citrus spp*), coco (*Cocos nucifera*), mango (*Mangifera indica*), mamón chino (*Nephelium lappaceum*) y el aguacate (*Persea americana*) son los frutales más comúnmente plantados en los cacaotales centroamericanos. Otras especies de sombra abundantes en los cacaotales fueron madre cacao (*Gliricidia sepium*), guabas (*Inga spp*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y la palma de pejibaye (*Bactris gasipaes*).

### **9.8 Manejo Agroforestal del dosel de sombra.**

Los productores de Waslala al igual lo que sucede en otras regiones del mundo, plantan haciendo uso de la selección en términos utilitarios, en cuanto a especies útiles que brinden beneficios y servicios no comerciales. Tales categorías, como: Maderables (*Terminalia oblonga*, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*); Frutales (*Persea americana*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Carica papaya*); Leguminosas mejoradoras del suelo (*Leucaena leucocephala* y las del género *Inga*) y especies de la familia fabaceae (*Erythrina berteriana*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*), cuyo efecto positivo es favorecer la disponibilidad de nitrógeno, mejorando la calidad de los suelos por su aporte de hojarasca y aumentando así la eficiencia del sistema de cultivo.

### 9.8.1 Características deseables de un buen árbol de sombra.

Se reportaron 154 opiniones de los 36 productores encuestados, se muestran en el cuadro 10.

**Cuadro 10:** Características preminentes de un buen árbol de sombra mencionados por los productores de cacao en Waslala.

| Características deseadas                              | No. de respuestas | % de respuestas |
|---|-------------------|-----------------|
| Copa extensa  | 26                | 17%             |
| Diversos usos   | 26                | 17%             |
| Fertilice el suelo                                    | 23                | 15%             |
| Árboles que tengan una altura $\geq 5$ m que el cacao | 20                | 13%             |
| Árboles que no boten hojas en verano                  | 14                | 9%              |
| Fácil manejo para la regulación de sombra             | 12                | 8%              |
| Árboles que posean hojas anchas                       | 8                 | 5%              |
| Otras preferencias                                    | 25                | <5%             |

La mayor parte de los productores optan por tener en sus cacaotales, árboles con copa extensa, diversos usos (maderables, frutales, medicinal, energéticos, conservación de suelo y agua, fijadores de nitrógeno), con una altura adecuada para facilitar el manejo, manteniendo el follaje en verano y algunos pocos seleccionan árboles de hojas anchas entre otras preferencias.

El estudio realizado por Somarriba y Ortiz (2005), los productores prefieren mantener poca sombra en sus cacaotales para reducir la incidencia de plagas y enfermedades, además de preferir las de uso maderables, frutales, medicinal, mejoradoras de suelo entre otros usos, los de copa rala son preferidos.

### 9.8.2 Criterios locales para plantar las especies de sombra en los SAF-cacao.

Se reportaron un total de 115 respuestas de los 36 productores encuestados y tanto la densidad de copa como el tamaño del árbol fueron criterios de selección de especies útiles para sombra además que aporten nutrientes al suelo (24%), prefieren árboles frutales (15%), puesto que han observado que son buenos controladores de plagas (ardillas) al escogerlos como alimento reducen los daños al cacao, también está en su criterio de selección árboles maderables, medicinales y energéticos. Otros criterios de selección son, el rápido crecimiento y desarrollo



de la especie para dar una pronta respuesta a la necesidad de sombra en los cacaotales cuando son establecidos y un fácil manejo.

**Cuadro 11:** Criterios que toman en cuenta los productores de cacao para el establecimiento de especies arbóreas.

| <b>Criterio sobre las especies</b> | <b>No de respuestas</b> | <b>% de respuestas</b> |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Aporte de nutrientes al suelo      | 28                      | 24%                    |
| Árboles frutales                   | 17                      | 15%                    |
| Árboles maderables y medicinales   | 15                      | 13%                    |
| Árboles energéticos                | 15                      | 13%                    |
| Rápido crecimiento y desarrollo    | 12                      | 10%                    |
| Otros criterios                    | 28                      | <10%                   |

### ***9.8.3 Cuantos árboles de sombra prefiere el productor plantar en el cacaotal.***

Se obtuvo un total de 116 respuestas donde el 20% y 19% respectivamente de los productores de la zona de Waslala consideran que la forma de la copa y la altura del árbol del dosel son indispensables para el manejo de la sombra. Según Somarriba (2005), los productores saben que la sombra baja es densa y que la sombra alta es rala puesto que la sombra de una copa a cierta altura sobre el suelo, transita diariamente sobre una franja de terreno cuya longitud depende de la altura a la que se encuentra la copa. Si la copa esta baja la trayectoria diaria de la sombra será menor que la trayectoria de una copa a gran altura; la sombra transita más rápidamente sobre su trayectoria cuando la copa esta alta.

El 16% de los productores opina que se puede determinar la cantidad de especies a introducir en la plantación si la especie es alta, debido a que la densidad es mayor y si la especie es baja la densidad será menor. El 12% opina que cuando el cacao es adulto no necesita mucha sombra debido a que el mismo se la proporciona (autosombra) considerando plantar solamente de 40 a 50 árboles ha<sup>-1</sup>, sin embargo el cacao joven necesita mayor cantidad de sombra porque tiene menor autosombra y es más susceptible a la exposición del sol.

**Cuadro 12:** Criterios que toman en cuenta los productores para determinar la cantidad de especies arbóreas en las plantaciones de cacao.

| <b>Árboles de mayor preferencia</b>      | <b>No de productores</b> | <b>% de respuestas</b> |
|--|--------------------------|------------------------|
| Según la forma de copa                   | 23                       | 20%                    |
| Según la altura del árbol                | 22                       | 19%                    |
| De acuerdo a la especie                  | 19                       | 16%                    |
| 40-50 árboles cuando el cacao es adulto  | 14                       | 12%                    |
| Mayor cantidad de árboles en cacao joven | 12                       | 10%                    |
| Otras preferencias                       | 26                       | <10%                   |

#### ***9.8.4 Manejo de la sombra.***

El 100% de los productores encuestados regulan la sombra en los SAF-cacao con diferentes intervalos de frecuencia: Un 36% manifestó hacerlo una vez al año, 61% dos veces y el 3% cuatro veces, la sombra se regula en los meses de mayo, junio y octubre; lo recomendable es hacerlo 2 veces al año al inicio de invierno (mayo, septiembre).

En el cuadro 13 se muestra que un 49% de los productores utilizan el desrame (consiste en botar las ramas que el productor observa no son necesarias, de esta manera regula la sombra de su cacaotal lo cual previene la incidencia de enfermedades), mientras que un 26% utilizan raleo (técnica que consiste en quitar los árboles del cacaotal debido a la alta densidad, puede ser de manera inmediata o poco a poco aplicando la técnica de anillamiento) y el 17% descope (consiste en botar la copa de los árboles o ramas que están surgiendo en la copa, para evitar que el árbol siga creciendo, facilitando de esta manera la regulación de sombra y proporcionando una copa rala y extensa), para hacer estas prácticas usan machetes, escaleras o suben a través de los árboles hasta las ramas.

**Cuadro 13:** Diferentes técnicas o prácticas utilizadas por los productores para la regulación de sombra.

| <b>Técnica o practica</b>      | <b>No de respuestas</b> | <b>% de respuestas.</b> |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Desrame                        | 34                      | 49%                     |
| Raleo                          | 18                      | 26%                     |
| Descope                        | 12                      | 17%                     |
| Anillamiento                   | 3                       | 5%                      |
| Manejo de regeneración natural | 2                       | 3%                      |

#### ***9.8.5 Origen de los árboles en los SAF-cacao.***

El 75% de los árboles proviene de la regeneración natural y sólo el 25% de ellos fue plantado por los productores. Esto se debe al arreglo de siembra ó tendencia de usar árboles que permitan una poda severa, con el objetivo de evitar que la sombra presente mayor proyección y se mantenga a un nivel apropiado; Incluso aumentar la población de árboles útiles, abriendo espacios al eliminar especies sin valor. También buscan el asocio de sombra económicamente rentable, aumentando la diversificación y obtener un valor agregado, como fuente de ingreso.

## X. CONCLUSIONES

- 1) La diversidad de especies leñosas asociadas al cacao es menor a la diversidad registrada en los fragmentos boscosos en el municipio de Waslala.
- 2) El análisis de conglomerados aplicado a 15 variables cuantitativas (altitud, pendiente, edad cacaotal, área basal-musáceas, densidad musáceas, altura-musáceas, estratos, densidad arbórea, área basal-cacao, área basal-árboles, numero-especies-dosel, altura-cacao, densidad cacao sombra-dosel (%), sombra-cacao (%); relacionadas con la estructura de los cacaotales permitió la formación de 3 grupos de SAF-Cacao con características similares dentro de cada grupo pero diferentes entre grupos y las primeras siete variables son las que aportaron a la separación de los grupos.
- 3) En SAF-Cacao y fragmentos boscosos se registraron 1390 individuos, representando 56 familias, 110 géneros y 130 especies, con una densidad arbórea en los cacaotales de 145 árboles ha<sup>-1</sup> reportándose tres estratos y en los bosques presento una densidad de 2173 árboles ha<sup>-1</sup>. La especie leñosa más abundante fue *Cordia alliodora* (Laurel) seguido de *Bactris gasipaes* (Pejibaye), Varilla negra (*Ryania speciosa*).
- 4) Todos los productores evaluados están realizando prácticas de manejo a la vegetación leñosa asociada a los SAF-Cacao como: regulación de sombra para esto se utiliza mayormente el desrame, seguido del raleo y descope.
- 5) Se encontró buena percepción de los productores en cuanto a las características que debe presentar un buen árbol para sombra, criterios de selección para el establecimiento y elección de especies arbóreas.
- 6) La vegetación leñosa asociada al cacao está generando bienes y usos adicionales a las familias productoras de Waslala, en la siguiente proporción: Leña (80.03%), Alimento para animales silvestres (50.28%), Alimento humano (49.71%), Maderables (44.91%), Construcción (38.57%), Alimento para animales domésticos (26.48%), Ornamental (16.12%), Medicinales (6.52%) e Industrial (1.34%).

## **XI. RECOMENDACIONES**

- 1) Capacitar a los productores cacaoteros de Waslala a cerca de la densidad arbórea adecuada por ha<sup>-1</sup> en SAF-Cacao, para evitar competencia entre las especies.
- 2) Capacitar a los productores sobre el manejo silvicultural (manejo, tala dirigida, poda) a las especies leñosas asociadas al cacao con el propósito de lograr un mejor aprovechamiento de maderables sin causar daño al cultivo.
- 3) Fortalecer las capacitaciones a los productores cacaoteros de Waslala, aprovechando escuelas de campo (ecas), abordando temas de bienes y servicios ambientales que ofrecen los Sistemas Agroforestales.
- 4) Divulgar los resultados del trabajo a diferentes públicos meta (productores, promotores, técnicos y centros de estudio en el municipio de Waslala) utilizando varios materiales didácticos.
- 5) Fomentar a los productores a extender las plantaciones de cacao, por medio de escuelas de campo (ecas) ya que es de consumo mundial y aporta a la economía, tomando en cuenta que la variedad es de excelente calidad y es de interés internacional.
- 6) Se debe desarrollar materiales educativos y de extensión, por medio escuelas de campo (ecas) a cerca del manejo de los doseles en cacaotales; Siendo una herramienta para mejorar los diseños agroforestales con cacao, que responden a los intereses y condiciones agroecológica e socioeconómica.

## XII. BIBLIOGRAFIA

- Asare, R. 2004. Cocoa agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. Horsholm, DK, Danish Centre for Forest Landscape and Planning (KVL) 77p.
- Ayestas E, 2009 Caracterización por medio de descriptores morfológicos, calidad productiva, árboles superiores de cacao seleccionados con la participación de agricultores, para determinar la variabilidad de la población elite, en vista de mejorar las plantaciones de cacao en Waslala, Nicaragua. (Tesis en revisión).
- Beer J., Harvey C.A., Ibrahim M., Harmand J.M., Somarriba E., Jiménez F., 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):80-87.
- Beer, JW. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems*.5:3-13.
- Bentley, JW; Boa, E; Stonehouse, J (2004). Neighbor trees: Shade, intercropping and cacao in Ecuador. *Human Ecology* 32(2):241-269.
- Buchert J, 2008. Agrocadenas competitivas: Promoción de comercio orgánico y justo. Nicaragua: Agrocadena de cacao sostenible y comercio justo. EcoGoals, San José, Costa Rica. 10 p.
- Burgos, A; Armero, H; Somarriba, E.2008. Árboles frutales en los campos agrícolas de las fincas indígenas de Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. N° 46.
- Blumenfeld, A; Landro, S; Landro, P. *Diccionario económico* [en línea] <[oni.escuelas.edu.ar/2004/GCBA/465/diccionario.htm](http://oni.escuelas.edu.ar/2004/GCBA/465/diccionario.htm)> [fecha de consulta 18/01/2010], fecha de actualización: 28/01/2005.
- Centro de Trámites de las Exportaciones (CETREX) 2009. [en línea] (<[cetrex.gob.ni/website/servicios/estadisticas.jsp](http://cetrex.gob.ni/website/servicios/estadisticas.jsp)>)[fecha de consulta 18/04/2010], fecha de actualización: 18/04/2010.
- Comisión Nacional Forestal. *Reforestación* [en línea] <[conafor.gob.mx/index.php?option=com\\_content](http://conafor.gob.mx/index.php?option=com_content)>) [fecha de consulta 18/01/2010], fecha de actualización: 13/04/2009.

- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2004). Cultivo de cacao bajo Sombra de Maderable o Frutales. La Lima, Cortes, Honduras 4 p.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2007). Uso de Especies Maderables Tropicales Latifoliadas como Sombra del Cacao. 4 p.
- García, S; Vásquez, A (1995). Árboles y bosques en la conservación de suelos y agua. Publicaciones de Intecfor. 3<sup>era</sup> edición, Santa Cruz, Esteli, Nicaragua.
- Grandjean, A. (2008). Caracterización de los sistemas agroforestales con cacao de la Reserva Indígena Bribi, Talamanca, Costa Rica. En el marco del Proyecto Cacao Centroamérica (informe practica profesional)
- 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. Vol. 8 N<sup>o</sup> 30.
- Guharay, F, Barahona, L; Chaput, P (2006). Diseño de un programa Nacional de combate de moniliasis de Cacao: la tercera fase. Documento de la Comisión Presidencia de Competitividad, Nicaragua. 163 pp.
- Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales Agroforestería en las Américas 10(37-30):80-87.
- Herrera, Z; Morales, A (1993). Propiedades y usos potenciales de cien maderas nicaragüenses. IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y Ambiente).1<sup>era</sup> edición, Editorial Hispamer.
- López, A; Somarriba, E (2005). Árboles frutales en fincas de cacao orgánico del Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas. N<sup>o</sup> 43-44:38.
- Martínez, S. Glosario de términos [en línea]  
 <[globalbioclimatics.org/book/bioc/global\\_bioclimatics\\_8.htm](http://globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics_8.htm)> [fecha de consulta 18/01/ 2010], fecha de actualización: 27/08/2004.
- Maridueña, R; Freire, G (2006). Diversidad vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecológicas en la Región Litoral del Ecuador. (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral).
- Manzanero, M (2003). Presentación de estructuras del bosque. Estación biológica las Guacamayas.

- Muñoz, F; Velásquez, A; Fandiño, M (2006). Investigación de árboles, aves y orquídeas en zonas cafetaleras. CAFENICA (Asociación de Cooperativas de Pequeños Productores de Café de Nicaragua).
- Navarro, M y Mendoza, (2006). I Guía para productores Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo, Rio San Juan, Nicaragua. ProDeSoC. p.16, 19, 20,22
- Ortiz, M (2006). Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales. (Tesis. MSc CATIE).
- Orozco, L y Somarriba, E (2005) Árboles Maderables en fincas de cacao orgánico del Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas. N<sup>o</sup> 43-44
- 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 las Américas, 6 (22).
- Pastrana, A; Rossana, L; Ibrahim, M; Víquez, E (1999). El componente arbóreo en sistemas agroforestales tradicionales de los indígenas Ngobe, la Gloria, Changuinola, Panamá. Vol. 6 N<sup>o</sup>. 23.
- Pavón, M. *Diccionario de terminología biogeográfica* [en línea] <[hyparion.com/web/diccionari/dics/biogeografia.htm](http://hyparion.com/web/diccionari/dics/biogeografia.htm)> [fecha de consulta 18/01/2010], fecha de actualización: s.f.
- Philipp, *et al* (2003). Observaciones sobre el sistema mucuna-maíz en laderas de Waslala, región atlántica de Nicaragua. Agronomía mesoamericana. Cartago – Costa Rica. 7 pp.
- Proyecto Cacao Centroamérica (PCC), (2007); El cacao en Centroamérica: Resultados del diagnóstico de familias, fincas y cacaotales (Línea base del Proyecto Competitividad y Ambiente en los Paisajes cacaoteros de Centroamérica.
- Rice, RA; Greenberg, R. (2000). Cacao cultivation and conservation of biological diversity. *Ambio* 29:167-173.



- Salgado M; Ibarra G; Macias J; López O. (2007). Diversidad arbórea en cacaotales del Soconusco, Chiapas, México. Red de Revistas Científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal (REDALYC).11:763-764.
- Salas, J (1993). Árboles de Nicaragua. IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y Ambiente).
- Sandino D, (1998). Adopción de prácticas por los agricultores, para el manejo de la Moniliasis del cacao *Moniliophthora roreri* Cif & Par. Un estudio de caso biofísico y socioeconómico en el municipio de Waslala, Nicaragua. (Tesis CATIE-Turrialba, Costa Rica).
- Santos, S; Miranda, I; Tourinho, M. (2004) Análisis florístico y estructural en sistemas agroforestales en Várzeas de Rio Juba, Cametá, Pará. Universidad Federal Rural de Amazonia Vol. 34.
- Somarriba E, (2004). Como evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales. Agroforestería en las Américas. N° 41-42.
- Somarriba E; Ortiz M. (2005). Sombra y especies arbóreas en los cacaotales del Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas. N°43-44:54-59.
- Somarriba, E. (2002). Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas. Vol. 9 N°35:36.
- Suárez, D; Segura, M; Kanninen, M. (2004). Estimación de la biomasa aérea total en árboles de sombra y plantas de café en sistemas agroforestales, en Matagalpa, Nicaragua usando modelos alométricos. Agroforestería en las Américas N° 41-4
- Suatunce, P; Somarriba, E; Harvey, C; Finegan, B (2003). Composición florística y estructura de bosques y cacaotales en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas Vol. 10 N° 37-38.
- Schroth G., Harvey C.A., Vincent G., 2004b. In: Schroth G., Da Fonseca G. A.B., Harvey C.A., Gascon C., Vasconcelos H.L., Izac A.-M. N. (eds). Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Washington: Island Press. pp.227-260.
- Vega, M (2005). Planificación Agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles, Alto Beni, Bolivia (Tesis. Escuela de Posgraduados, Programa para el Desarrollo y la

Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,  
Turrialba, Costa Rica).

Wikipedia. *La enciclopedia libre* [en línea]  
<[es.wikipedia.org/wiki/Planta\\_leñosa](http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_leñosa)>[fecha de consulta 19/04/2010], fecha de  
actualización: 19/04/2010.

### **XIII ANEXOS**

#### **Anexo 1. Presupuesto de Ejecución de la Investigación**

| CONCEPTO            | UNIDAD    | COSTO UNITARIO (C\$) | COSTO TOTAL |          |
|---------------------|-----------|----------------------|-------------|----------|
|                     |           |                      | C\$         | US\$     |
| Alimentación        | 750 días  | 40                   | 30,000.00   | 1,463.41 |
| Viajes o Transporte | 44 viajes | 160                  | 7040        | 343.41   |
| Alojamiento         | 6 meses   | 735                  | 4410        | 215.12   |
| Impresión de tesis  | 4         | 400                  | 1600        | 78.05    |
| Total               |           |                      | 43,050.00   | 2,100.00 |

Tipo de cambio: C\$ 20.5



**Anexo3: Formato para toma de datos para la localización de los productores**

| #  | Código del Cacaotal | Nombre y apellidos del propietario | Comunidad | # del punto GPS |
|----|---------------------|------------------------------------|-----------|-----------------|
| 1  |                     |                                    |           |                 |
| 2  |                     |                                    |           |                 |
| 3  |                     |                                    |           |                 |
| N  |                     |                                    |           |                 |
| 5  |                     |                                    |           |                 |
| 6  |                     |                                    |           |                 |
| 7  |                     |                                    |           |                 |
| 8  |                     |                                    |           |                 |
| 9  |                     |                                    |           |                 |
| 10 |                     |                                    |           |                 |
| 11 |                     |                                    |           |                 |
| 12 |                     |                                    |           |                 |
| 13 |                     |                                    |           |                 |
| 14 |                     |                                    |           |                 |
| 15 |                     |                                    |           |                 |
| 16 |                     |                                    |           |                 |
| 17 |                     |                                    |           |                 |
| 18 |                     |                                    |           |                 |
| 19 |                     |                                    |           |                 |
| 20 |                     |                                    |           |                 |

**Anexo 4: Encuesta para rescatar información sobre el manejo agroforestal que practican los productores a la vegetación arbórea en los cacaotales de Waslala, RAAN, Nicaragua, 2009**

1- Cuáles cree usted que son las características de un buen árbol de sombra para cacao?

2- Regula la sombra de su cacaotal?

SI \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, Cuantas veces al año \_\_\_\_\_ En cuales meses \_\_\_\_\_

3- Cuáles son las técnicas o prácticas que utiliza para regular la sombra de su cacaotal (Señale con X y explique la opción mencionada)

a) Desrame

b) Descope

c) Anillamiento

d) Raleo

e) Manejo de regeneración natural

4- Los árboles de sombra de su cacaotal son:

Plantados \_\_\_\_\_, Regeneración natural \_\_\_\_\_

5-¿Como decide usted **cuáles** especies o árboles de sombra plantar en su cacaotal?

6-¿Como decide usted **cuántas** especies o árboles de sombra plantar en su cacaotal?

**Caducifolia, bienes y productos que obtiene de los árboles de sombra en su cacaotal**

| Especies | Uso local <sup>1</sup> | Bota hojas (SI- NO) <sup>2</sup> | Meses <sup>3</sup> | Bienes o productos |
|----------|------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|          |                        |                                  |                    |                    |
|          |                        |                                  |                    |                    |

**1- Uso local con 10 categorías:** M-Madera para ebanistería-carpintería, C-Construcción-Casas, L-Leña, H-Alimentación Humana, Aa-Alimentación animales domésticos, As-Alimentación animales silvestres, Me-Medicina, S-Sombra, O-Ornamental, I-Industrial

**2-Bota hojas con dos respuestas:** SI y NO

**3-Mes:** Aquí se indica el mes o meses cuando la especie bota parcial o totalmente el follaje de la copa.

**Anexo 5: Formulario para la recopilación de información general de cacaotales.**

| <b>EL CUADRO DE MUESTREO</b>  |                    |                  |   |  |
|---|--------------------|------------------|---|--|
| <b>CODIGO CACAOTAL</b>  |                    |                  |   |  |
| <b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b> (Grados, Minutos, Segundos) del <b>PUNTO CENTRAL</b> | <b># del PUNTO</b> |                  |   |  |
|   | <b>O GPS</b>       | <b>N :</b>       | ° , ' , "   |  |
|   |                    | <b>W :</b>       | ° , ' , "   |  |
| <b>ALTITUD del PUNTO CENTRAL</b> (en m)   |                    |                  |   |  |
| <b>SUPERFICIE</b> medida con GPS (ha)   |                    |                  |   |  |
| <b>PENDIENTE MAS FUERTE</b> (grados) del CUADRO                                     |                    |                  |   |  |
| <b>ARREGLO DEFINIDO</b> en el CUADRO?   | <b>NO</b>          | <b>SI</b>        | <b>Distancia entre surcos</b> (metros)                  | <b>Orientación de los surcos</b> (con brújula) |
|   |                    |                  | <b>Distancia entre plantas del mismo surco</b> (metros) |  |
| <b>RELIEVE del CUADRO</b>   | <b>Plano</b>       | <b>Hondonado</b> | <b>Ondulado</b>   | <b>Otro</b> (especificar)                      |
|   |                    |                  |   |  |





### Instrucciones Para la toma de los ángulos $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ :

El zero (0 grados) es una línea horizontal desde los ojos del observador.

El blanco es una marca (cinta fluorescente, pintura, ...) pegada en el tronco del árbol medido a la misma altura que la de los ojos del observador.

$\alpha$  : es el ángulo medido en grados entre el 0 y la cima del árbol.

$\beta$  : es el ángulo medido en grados entre el 0 y el blanco. Puede ser positivo o negativo. Se reporta su valor absoluto.

$\gamma$  : es el ángulo medido en grados entre el 0 y la base de la copa del árbol medido.

### Anexo 7: Valor individual de las variables dentro del análisis discriminante canónico.

| <u>Variab</u> les       | <u>e1</u>   | <u>e2</u>   |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Altitud (m)             | 0.36        | 0.06        |
| Pendiente (%)           | 0.36        | 0.01        |
| Edad cacaotal           | 0.35        | 0.07        |
| Densidad cacao          | 0.14        | -0.34       |
| Densidad musáceas       | 0.35        | -0.08       |
| Densidad arbórea        | -0.16       | 0.33        |
| AB-Cacao                | 0.11        | -0.35       |
| AB-Musáceas             | 0.35        | -0.08       |
| AB-Árboles              | 0.20        | 0.31        |
| N-especies-Dosel        | -0.17       | 0.33        |
| Altura-cacao            | 0.07        | 0.36        |
| Altura-musáceas         | 0.33        | -0.14       |
| Estratos                | 0.27        | 0.24        |
| Sombra-dosel (%)        | 0.09        | 0.36        |
| <u>Sombra-cacao (%)</u> | <u>0.22</u> | <u>0.29</u> |

**Anexo 8: Medidas resumen de 15 variables cuantitativas por conglomerados.**

| Variables         | Grupo1 (n=5) |       |       |       | Grupo 2 (n=12) |        |       |       | Grupo 3 (n=19) |        |       |       | Grupo 4 (n=4) |        |      |      |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|----------------|--------|-------|-------|----------------|--------|-------|-------|---------------|--------|------|------|
|                   | D.E          | Media | Min   | Max   | D.E            | Media  | Min   | Max   | D.E            | Media  | Min   | Max   | D.E           | Media  | Min  | Max  |
| Altitud (m)       | 57,42        | 605,8 | 540   | 657   | 156,96         | 315,92 | 217   | 681   | 167,57         | 389,05 | 220   | 693   | 112,1         | 424,8  | 328  | 574  |
| Pendiente (%)     | 19,4         | 37,6  | 12    | 62    | 13,91          | 17,17  | 3     | 40    | 12,52          | 19,26  | 3     | 50    | 34,3          | 53,0   | 7,0  | 90,0 |
| Edad cacaotal     | 3,21         | 24,4  | 20    | 28    | 2,83           | 20,25  | 15    | 25    | 5,84           | 21,37  | 12    | 35    | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Densidad cacao    | 111,27       | 684   | 610   | 860   | 152,44         | 687,5  | 390   | 980   | 136,03         | 635,79 | 310   | 820   | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Densidad musáceas | 204,03       | 616   | 360   | 830   | 144,12         | 166,67 | 0     | 450   | 90,37          | 76,84  | 0     | 370   | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Densidad arbórea  | 29,66        | 76    | 40    | 110   | 29,58          | 77,5   | 30    | 120   | 160,43         | 205,26 | 30    | 680   | 644,2         | 2172,5 | 1680 | 3120 |
| AB-Cacao          | 0,43         | 1,29  | 0,94  | 1,97  | 0,49           | 1,31   | 0,72  | 2,19  | 0,31           | 1,13   | 0,53  | 1,58  | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| AB-Musáceas       | 0,75         | 2,64  | 1,88  | 3,87  | 0,59           | 0,67   | 0     | 1,89  | 0,27           | 0,28   | 0     | 1     | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| AB-Árboles        | 1,15         | 1,16  | 0,29  | 3,15  | 0,45           | 0,6    | 0,13  | 1,64  | 1,26           | 1,17   | 0,05  | 6,13  | 1,4           | 3,6    | 2,3  | 5,1  |
| N-especies-Dosel  | 1,3          | 4,2   | 3     | 6     | 1,23           | 4,33   | 3     | 7     | 3,65           | 8      | 3     | 15    | 6,9           | 41     | 32   | 47   |
| Altura-cacao      | 0,37         | 3,99  | 3,53  | 4,41  | 0,33           | 3,83   | 3,37  | 4,47  | 0,53           | 4,09   | 3,43  | 5,31  | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Altura-musáceas   | 0,74         | 4,9   | 3,7   | 5,67  | 1,64           | 2,87   | 0     | 4,66  | 1,45           | 1,95   | 0     | 4,81  | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Estratos          | 0,55         | 2,6   | 2     | 3     | 0,45           | 1,75   | 1     | 2     | 0,5            | 2,37   | 2     | 3     | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |
| Sombra-dosel (%)  | 19,57        | 41,7  | 14,47 | 62,31 | 13,22          | 30,71  | 6,76  | 51,74 | 14,67          | 47,47  | 16,12 | 68,55 | 2,7           | 85,4   | 82,2 | 88,6 |
| Sombra-cacao (%)  | 6,23         | 81,94 | 73,18 | 89,47 | 14,12          | 69,9   | 50,13 | 92,09 | 5,75           | 81,25  | 69,52 | 92,14 | 0,0           | 0,0    | 0,0  | 0,0  |

**Anexo 9: Forma y área de copa, alturas total, comercial y de copa.**

| Código | Individuos/ parcela | Forma de copa | Área de copa (m2) |        |        | Altura total |       |       | Número de individuos por estrato |           |            | Altura comercial |       |       | Altura de copa |      |       |
|--------|---------------------|---------------|-------------------|--------|--------|--------------|-------|-------|----------------------------------|-----------|------------|------------------|-------|-------|----------------|------|-------|
|        |                     |               | Máx               | Mín    | Media  | Máx          | Mín   | Media | 1 (1-8m)                         | 2 (9-24m) | 3 (25-35m) | Máx              | Mín   | Media | Máx            | Mín  | Media |
| N01    | 9                   | 2,3           | 612.82            | 243.29 | 388.28 | 29.61        | 11.07 | 18.04 |                                  | 7         | 2          | 17.98            | 5.72  | 10.47 | 11.95          | 4.33 | 7.57  |
| N02    | 7                   | 2             | 242.18            | 215.38 | 236.24 | 23.96        | 6.86  | 12.79 | 1                                | 6         |            | 15.16            | 4.97  | 8.10  | 8.80           | 1.89 | 4.69  |
| N03    | 6                   | 1,2           | 214.60            | 192.61 | 205.35 | 18.01        | 2.46  | 7.87  | 4                                | 2         |            | 8.90             | 1.40  | 4.37  | 9.10           | 1.06 | 3.50  |
| N04    | 47                  | 1,2,3,4,5     | 188.69            | 121.93 | 152.29 | 27.11        | 3.00  | 9.85  | 24                               | 22        | 1          | 19.70            | 1.75  | 6.61  | 7.41           | 0.71 | 3.25  |
| N05    | 8                   | 1,2,3,5       | 121.93            | 112.34 | 117.89 | 14.00        | 6.49  | 10.46 | 3                                | 5         |            | 8.08             | 3.17  | 6.28  | 6.33           | 1.51 | 4.18  |
| N06    | 16                  | 1,2,5         | 111.22            | 101.36 | 105.81 | 38.66        | 4.61  | 15.84 | 5                                | 9         | 2          | 20.00            | 3.44  | 9.75  | 20.92          | 0.37 | 6.10  |
| N07    | 7                   | 2,4,5         | 100.82            | 99.11  | 100.17 | 17.79        | 7.58  | 11.51 | 2                                | 5         |            | 9.21             | 4.24  | 6.91  | 8.58           | 1.16 | 4.60  |
| N08    | 10                  | 1,2,3,5       | 98.52             | 92.12  | 95.09  | 19.34        | 5.73  | 14.01 | 3                                | 7         |            | 16.23            | 4.25  | 10.70 | 6.54           | 1.48 | 3.31  |
| N09    | 11                  | 1,2,5         | 92.12             | 87.09  | 89.32  | 34.62        | 6.45  | 16.85 | 2                                | 8         | 1          | 20.70            | 4.58  | 9.52  | 13.92          | 1.87 | 7.33  |
| N10    | 9                   | 1,2,3,4       | 87.09             | 84.95  | 86.15  | 26.28        | 8.04  | 15.67 | 1                                | 6         | 2          | 15.28            | 6.08  | 9.97  | 12.92          | 1.96 | 5.70  |
| N11    | 4                   | 2,3,5         | 83.32             | 81.07  | 82.48  | 54.92        | 4.62  | 20.96 | 1                                | 2         | 1          | 30.26            | 2.81  | 12.73 | 24.66          | 1.23 | 8.23  |
| N12    | 26                  | 1,2,3,5       | 80.60             | 68.81  | 73.83  | 30.68        | 6.10  | 16.94 | 1                                | 23        | 2          | 25.50            | 3.88  | 12.56 | 10.48          | 1.35 | 4.38  |
| N13    | 29                  | 1,2,3,5       | 68.37             | 60.82  | 64.59  | 31.96        | 5.36  | 14.66 | 4                                | 23        | 2          | 18.00            | 3.16  | 9.24  | 16.91          | 1.51 | 5.42  |
| N14    | 36                  | 1,2,3,5       | 60.27             | 52.81  | 56.63  | 28.50        | 3.58  | 13.41 | 5                                | 29        | 2          | 19.27            | 2.26  | 9.29  | 12.37          | 1.13 | 4.12  |
| N15    | 11                  | 1,2,3,5       | 51.53             | 48.52  | 50.47  | 18.31        | 3.88  | 10.75 | 4                                | 7         |            | 13.90            | 2.67  | 7.88  | 7.87           | 0.86 | 2.87  |
| N16    | 5                   | 1,2,3         | 48.15             | 47.29  | 47.83  | 44.49        | 5.33  | 23.76 | 1                                | 2         | 2          | 23.85            | 3.51  | 13.22 | 20.64          | 1.82 | 10.55 |
| N17    | 3                   | 1,2,3         | 46.97             | 46.57  | 46.82  | 25.64        | 16.87 | 21.58 |                                  | 2         | 1          | 15.09            | 10.76 | 13.13 | 10.54          | 6.11 | 8.45  |
| N18    | 15                  | 1,2,3,5       | 45.76             | 42.20  | 44.32  | 20.00        | 3.52  | 10.79 | 8                                | 7         |            | 11.08            | 2.77  | 6.30  | 10.24          | 0.71 | 4.49  |
| N19    | 17                  | 1,2,3,4,5     | 42.20             | 39.93  | 41.15  | 19.21        | 4.98  | 11.81 | 7                                | 10        |            | 12.89            | 2.45  | 7.72  | 8.52           | 1.01 | 4.09  |
| N20    | 4                   | 1,2,5         | 39.93             | 39.59  | 39.68  | 18.55        | 7.66  | 14.33 | 1                                | 3         |            | 12.01            | 4.61  | 9.35  | 6.67           | 3.05 | 4.98  |
| N22    | 23                  | 1,2,3,4       | 38.82             | 33.18  | 35.67  | 19.81        | 2.10  | 11.63 | 6                                | 17        |            | 13.47            | 1.40  | 6.95  | 9.84           | 0.70 | 4.68  |





|                              |                                    |   |   |   |   |  |   |   |   |   |  |  |
|------------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|--|
| (negro)                      |                                    |   |   |   |   |  |   |   |   |   |  |  |
| Chilamate                    | <i>Ficus pertuza</i>               | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Chilca                       | <i>Cascabela ovata</i>             | x | x |   |   |  |   |   | x |   |  |  |
| Chinche                      | <i>Zanthoxillum sp</i>             | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Cola de pava                 | <i>Cupanea cinerea</i>             | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Coralillo                    | <i>Rivina humilis L</i>            | x |   |   |   |  |   |   |   |   |  |  |
| Coyote                       | <i>Platymiscium pinnatum</i>       | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Eucalipto                    | <i>Eucaliptus camaldulensis</i>    | x | x |   |   |  | x |   |   |   |  |  |
| Gavilan                      | <i>Pentaclethra macroloba</i>      | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Granadillo                   | <i>Dalbergia cubilquitzensis</i>   | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guaba ceniza                 | <i>Inga bracteifera</i>            | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guaba Colorada               | <i>Inga vera; sin. Oerstediana</i> | x | x |   |   |  |   |   |   | x |  |  |
| Guaba de Montaña             | <i>Inga paterno</i>                | x | x |   |   |  |   |   |   | x |  |  |
| Guaba luna: Guaba Extranjera | <i>Inga jinicuil</i>               | x | x |   |   |  |   |   |   | x |  |  |
| Guaba negra                  | <i>Inga punctata; sin.nobilis</i>  | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guaba Salada                 | <i>Inga densiflora</i>             | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guaba Verde                  | <i>Inga edulis</i>                 | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guabilla                     | <i>Inga tonduzzi</i>               | x | x |   |   |  |   |   |   |   |  |  |
| Guabilla Colorada            | <i>Myrcianthes fragans</i>         | x | x |   |   |  |   |   |   |   |  |  |
| Guabilla Montesa             | <i>Ruprechtia costata</i>          | x | x |   |   |  |   | x |   | x |  |  |
| Guacamaya                    | <i>Erblichia odorata</i>           | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Guácimo                      | <i>Luehea seemannii</i>            | x | x | x | x |  |   |   |   |   |  |  |
| Guácimo de montaña, colorado | <i>Luehea speciosa</i>             | x | x |   |   |  |   |   | x |   |  |  |
| Guanabana                    | <i>Annona muricata L</i>           | x | x | x | x |  |   | x | x | x |  |  |
| Guarumo                      | <i>Cecropia peltata L</i>          | x |   |   |   |  | x |   |   |   |  |  |

|                                 |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Guayaba                         | <i>Psidium guajava L</i>        | x | x |   |   |   | x | x |   |   |   |
| Guayabo de charco,<br>charquero | <i>Terminalia amazonia</i>      | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Guayabo Tigre                   | <i>Terminalia bucidiodes</i>    | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Guayabon                        | <i>Terminalia oblonga</i>       | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Helequeme                       | <i>Erythrina berteroana</i>     | x | x |   |   |   |   | x |   |   |   |
| Huele noche                     | <i>Brugmansia candida</i>       | x | x |   |   |   |   |   | x |   |   |
| Jiñocuabo                       | <i>Bursera simaruba L</i>       | x | x |   |   | x |   |   |   |   |   |
| Jobo                            | <i>Spondias mombin</i>          | x | x | x |   |   |   | x |   |   |   |
| Kerosen                         | <i>Tetragastris panamensis</i>  | x | x | x |   |   |   |   |   |   |   |
| Laurel                          | <i>Cordia alliodora</i>         | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Laurel Negro                    | <i>Cordia megalantha</i>        | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Leucaena                        | <i>Leucaena leucocephala</i>    | x | x | x |   |   |   | x |   |   |   |
| Macuelizo                       | <i>Tabebuia rosea</i>           | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Madero Negro                    | <i>Gliricidia sepium</i>        | x | x |   |   |   |   | x |   |   | x |
| Mampas                          | <i>Lippia myriocephala</i>      | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Mandarina                       | <i>Citrus reticulata blanco</i> | x | x |   |   |   | x |   | x |   |   |
| Mangle de rio                   | <i>Bravaisia integerrima</i>    | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Mango                           | <i>Mangifera indica L</i>       |   | x |   |   | x | x | x | x |   |   |
| Manzano                         | <i>Crateva tapia L</i>          | x | x |   |   |   |   |   | x |   |   |
| Matapalo                        | <i>Ficus obtusifolia</i>        | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Melina                          | <i>Gmelina arborea</i>          | x | x | x | x |   |   |   |   | x |   |
| Muñeco                          | <i>Cordia collococca</i>        | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Nancitón                        | <i>Hyeronima alchorneoides</i>  | x | x | x | x |   |   | x |   |   |   |
| Naranja agria                   | <i>Citrus aurantium L</i>       | x | x |   |   |   | x |   | x |   |   |
| Naranja dulce                   | <i>Citrus sinensis L</i>        | x | x |   |   |   | x |   | x |   |   |
| Ojoche                          | <i>Brosimum alicastrum</i>      | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Ojoche Blanco                   | <i>Brosimum costaricanum</i>    | x | x |   | x |   | x | x | x |   |   |
| Ojoche Colorado                 | <i>Brosimum terrabanum</i>      | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |

|                |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|----------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| Ojoche Sapo    | <i>Trophis racemosa</i>         | x | x |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| Palo de Hule   | <i>Castilla elastica</i>        | x | x |   |   |   |   |   |   |   |  | x |
| Papaya         | <i>Carica papaya L</i>          |   | x |   |   |   | x | x | x |   |  |   |
| Pejibaye       | <i>Bactris gasipaes</i>         |   | x |   |   |   | x | x | x | x |  |   |
| Pochote        | <i>Bombacopsis quinata</i>      | x | x | x | x |   |   |   |   |   |  |   |
| Poró           | <i>Erythrina poeppigiana</i>    | x | x | x | x |   |   |   |   |   |  |   |
| Quebracho      | <i>Lysiloma auritum</i>         | x | x | x | x |   |   |   |   |   |  |   |
| Sangregado     | <i>Pterocarpus officinalis</i>  | x | x | x |   | x |   |   |   |   |  |   |
| Sebo           | <i>Virola koschnyi</i>          |   | x | x | x |   |   |   |   |   |  |   |
| Sonzapote      | <i>Licania platypus</i>         | x | x | x | x |   | x | x | x |   |  |   |
| Tamarindo      | <i>Tamarindus indica L</i>      | x | x | x | x |   |   |   |   |   |  |   |
| Toronja        | <i>Citrus maxima</i>            | x | x |   |   |   | x |   | x |   |  |   |
| Zapote         | <i>Pouteria sapota</i>          | x | x | x | x |   | x | x | x |   |  |   |
| Zapote monteso | <i>Couroupita nicaraguensis</i> | x | x | x |   |   |   |   | x |   |  |   |
| Zapotillo      | <i>Couepia polyandra</i>        | x | x | x |   |   |   |   | x |   |  |   |



**Anexo 11. Listado de artículos técnicos sobre la composición florística y estructural del dosel de sombra de los sistemas agroforestales con café y cacao en Mesoamérica.**

| <i>Diversidad Arbórea en Cacaotales del Soconusco, Chiapas, México.</i>   |  |
|---|--|
| <b>Sitio</b>  | Municipios de Tuzantán, Huehuetán, Tapachula y Tuxtla Chico. Con coordenadas 14°33' y 15°30' N; 92°08' y 93°13' O, temperatura media anual de 26,8°C, Máx de 36,4°C y Mín de 20°C.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Densidad, riqueza y diámetro (DAP) >10 cm de todos los árboles asociado al cacao; así como la composición florística y cobertura vegetal.  |
| <b>Metodología</b>  | Se realizó un muestreo en 80 parcelas de cacao en los cuatro municipios y se establecieron 20 parcelas de 30 x 30 m para el inventario botánico.   |
| <b>Principales resultados</b>   | Diversidad arbórea registrada de 790 árboles pertenecientes a 23 familias, 38 géneros y 47 especies en un área total muestreada de 7,2 ha. Cuya Abundancia comprende una Densidad promedio total (109 árboles ha <sup>-1</sup> ) y las familias botánicas con mayor diversidad fueron la Fabaceae (9 géneros y 6 especie); Bignoniaceae y Moraceae (con 3 especie c/una). Tuxtla Chico (37 especie, > valor) y Tapachula (22 especie, valor más bajo). Las especies frutales más frecuentes e abundantes fueron <i>Mangífera indica</i> y <i>Pouteria sapota</i> . |
| <b>Fuente</b>   | <b>Salgado, et al. 2007</b>  |
| <i>Análisis florístico y estructural en sistemas agroforestales de llanuras aluviales del río Juba, Cametá, Pará.</i> |  |
| <b>Sitio</b>  | En llanuras aluviales del río de Juba Condado, Brasil. Con coordenadas de 01°55'00" e 02°38'25" S y 49°11'13" e 49°50'34" W, temperatura media anual de 26,5 °C (mínima 22 °C y máxima 31 °C), pluviosidad media anual de 2375 mm, la humedad relativa es de 85 %, el clima de esta región es de tipo húmedo y tropical.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Información dasométrica altura total del dosel, circunferencia (diámetro Dap ≥ 10 cm), área basal. Así como la diversidad o composición florística estructural de la vegetación asociada a los SAF cacao, a  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
|                               | través del inventario en cada unidad de estudio.  |
| <b>Metodología</b>            | Estudio 7 parcelas de SAF cacao, con un área de 0.25 ha a una edad media de 12 años de manejo. La parcela de muestreo abarca 2500 m <sup>2</sup> , constituida 50 x 50 m y cada parcela grande fue dividida en 25 subparcelas de 10 x 10 m, mediante el análisis estructural de la vegetación recomendado por Brower <i>et al</i> (1998). Las especies fueron clasificadas por tipos de usos (Comestible A, Medicinal M, Fertilizante orgánico O, Construcción C, Atractivo I, Artesanía L, Energético E, otros usos U) y tres niveles de comercialización (1- No comerciales: leña, carbón vegetal, etc.; 2-Especies potenciales: maderables y frutales de consumo local, nacional y exterior y 3-comercial: especies de más valor).   |
| <b>Principales resultados</b> | Se inventariaron 21060 individuos/ha con 10 cm <sup>3</sup> y una media de 3009 individuos/ha, estas pertenecen a 27 familias, 53 géneros y 61 especies de mayor a menor número (29 especie SAF-6; 13 especie SAF-5), 24 (39%) de otras especies fueron exclusiva del SAF-6. Las familias Caesalpinaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae y Moraceae representan el mayor número de especies, 5 c/una siendo las más comunes (8%) en todos los SAF cacao <i>Euterpe oleraceae</i> (árbol de palma más abundante promedio 1561 individuos/ha, 52% del 81%), <i>Theobroma cacao</i> (frutal abundante promedio de 869 individuos/ha, 29% del 81%), <i>Virola surinamensis</i> , <i>Hevea brasiliensis</i> , y <i>Carapa guianensis</i> . También presentan concurrencia dos especies entre seis SAF ( <i>Astrocaryum murumuru</i> y <i>Mora paraensis</i> , 3%) y cinco SAF ( <i>Spondias lutea</i> y <i>Swartzia acuminata</i> , 3%). El SAF-7 (3536 individuos/ha) tiene mayor abundancia y con menor índice de diversidad (14 familias, 24 géneros y 25 especies); Mientras que el SAF-6 (2040 individuos/ha) tiene menos abundancia, pero con mayor índice de diversidad (18 familias, 25 géneros y 29 especies) siendo más rico de acuerdo a la uniformidad entre las especies. El área basal promedio de los SAF fue de 40 m <sup>2</sup> /ha mayor en (SAF-7, 45,8 m <sup>2</sup> /ha) y menor (SAF-4, 31,3 m <sup>2</sup> /ha), <i>Euterpe oleraceae</i> presenta > AB en 6 de los 7 SAF, la mayoría se produjeron en le SAF-1 (13,3 m <sup>2</sup> /ha); <i>Theobroma cacao</i> se destaca en SAF 3 y 5 con AB promedio de 2,5 m <sup>2</sup> /ha. Respecto a los usos el 25% del 65% de las especies sirve para el consumo interno y el 10% venta de fertilizantes (Caesalpinaceae, Fabaceae y Mimosaceae; capaces de fijar nitrógeno, y especies <i>Hevea brasiliensis</i> , <i>Hura crepitans</i> , <i>Ficus anthelmintica</i> , <i>Theobroma cacao</i> y <i>Euterpe oleracea</i> ), las especies de los siete SAF con mejor porcentaje fue la de uso Energético (63); Seguido C (41), M (36), O (33), A (30), I (28) y L (20). En cuanto al nivel de comercialización de los SAF el 46% de las especies eran comerciales, 41% Potencial económico y el 13% No eran comerciales; El SAF-5 presenta (62% de especies Comercial y 23% Potencial) y SAF-7 un porcentaje menor (8%) de especies No comerciales. |

|  |   |
|--|---|
| <b>Fuente</b>  | <b>Santos et al 2004</b>  |
| <b><i>Diversidad vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecológicas en la región litoral del Ecuador.</i></b> |   |
| <b>Sitio</b>   | Yaguachi - Milagro (Provincia del Guayas); Con una altitud de 17 msnm, precipitación pluvial promedio mensual de 1289 mm y la zona de vida incluye bosque seco trópico. Molleturo (Provincia del Azuay); con una altitud de 400 msnm, precipitación promedio máxima anual 2374 mm y zona de vida de bosque húmedo premontano.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Diversidad (riqueza y abundancia). Altura del dosel, diámetro (Dap > 5 cm). Apertura y cobertura de copa de árboles y palmas. Densidad de sombra. Se identificaron las especies y se midieron (edad en años y el rendimiento estimado por el productor).  |
| <b>Metodología</b>   | Estudio en dos fase (Entrevista y sondeo en campo). Se instalaron parcelas temporales en cada localidad de 1000 m <sup>2</sup> (50x20 m). Se inventariaron 10 huertas en cada localidad = 20000 m <sup>2</sup> .  |
| <b>Principales resultados</b>  | Se registra una diversidad de 178 individuos (arbóreos y palmáceas) pertenecientes a 26 familias, 35 géneros y 40 especies. Las familias Anacardiaceae y Moraceae fueron las más frecuentes en las localidades y las especies de mayor abundancia por localidad, tenemos: Yaguachi-Milagro; Mango y Roble (27_26 individuos) y Molleturo (B); Laurel (20 individuos). La altura Max sobrepaso los 25m en (Yaguachi-Milagro). Se obtuvo resultado de cobertura de copa y dap promedio en las dos localidades; Con 30.1%_ 24,6 (Yaguachi-Milagro) y 24.5%_28,3 (Molleturo), presentando una apertura de copa y densidad de sombra; Abierta (60% n=177), mediana y cerrada (10 y 30 %). Cuya Composición florística de la vegetación asociada al SAF cacao se encontro; Familia (15 en Yaguachi-Milagro y 18 en Molleturo), especies (21 en Yaguachi-Milagro y 22 en Molleturo), individuos (110 en Yaguachi-Milagro y 68 en Molleturo) y las especies con índice de valor de importancia (IVI) fueron; Mango ( <i>Mangífera indica</i> ), Roble ( <i>Tabebuia rosea</i> ), Fruta de pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ), Zapote ( <i>Quarirabaea cordata</i> ) y Guaba ( <i>Inga spp</i> ) en Yaguachi-Milagro y Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) en Molleturo. |
| <b>Fuente</b>  | <b>Maridueña y Freire 2006</b>  |
| <b><i>Árboles Frutales en Fincas de Cacao Orgánico del Alto Beni, Bolivia.</i></b>                                   |   |
| <b>Sitio</b>   | Región de Alto Beni, Bolivia. Coordenada 15°10'y 15°55'S; 66°55' y 67°40'O, altitud entre 300-500 m, precipitación promedio anual varía entre zonas baja (1300mm) y altas (2000mm), temperatura promedio mensual varía entre los meses de Julio y Agosto (10,9 °C), Enero y Febrero (25,7 °C), la humedad relativa es de 78%.   |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Sistemas y variables evaluados</b> | Riqueza, abundancia y densidad de frutales dispersos en campos agrícolas SAF-Cacao. Se identificaron y midieron las especies, así como la edad y rendimiento estimado por el productor.   |
| <b>Metodología</b>                    | Estudio en dos fase (Entrevista y censo en las áreas agrícolas de las fincas). Selección de 100 fincas cacaoteras orgánicas (22 comunidades y 6 áreas de colonización). Se inventariaron 50 fincas de productores de asociaciones y 50 fincas de cooperativistas con el croquis de la finca.  |
| <b>Principales resultados</b>         | Se registraron 10338 individuos en 614 ha agrícolas con una densidad promedio de árboles dispersos en las áreas agrícolas se estima de 17 ( $\pm 17,8$ ) árboles ha <sup>-1</sup> . Se encontró una Riqueza de especies frutales x ha agrícola varió entre 8-9 especies, Asociaciones de (1,4) y cooperativa de (1,8). Se identificaron de 43 especies de frutales, de las cuales de mayor abundancia están: Chima ( <i>Bactris gasipaes</i> ), Mandarina ( <i>Citrus reticulata</i> ), Palta ( <i>Persea americana</i> ), Pacay ( <i>Inga edulis</i> ), Toronja ( <i>Citrus paradisi</i> ) y Achachairú ( <i>Rheedia</i> spp). Las especies más frecuentes fueron: Palta, chima, mango, biribá ( <i>Rollinia mucosa</i> ), coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) y toronja. Las familias botánicas mejor representadas fueron: Rutáceae (6 especies), Myrtaceae y Palmae (5 especies cada una). Las curvas de acumulación de especies arbóreas fueron similares entre fincas de Asociaciones y Cooperativas (no hay diferencia entre densidad y riqueza de frutales). |
| <b>Fuente</b>                         | <b>López y Somarriba 2005</b><br><i>Árboles Maderables en Fincas de cacao Orgánico del Alto Beni, Bolivia.</i>  |
| <b>Sitio</b>                          | Alto Beni, Bolivia ubicado a 270 km al noreste del departamento de La Paz. Coordenada 15°10' y 15°55'S, 66°55' y 67°40'O, altitud entre 350 y 600 m, precipitación anual varía en zonas baja (1300 mm) y altas (200mm), temperatura promedio mensual varía entre Julio-Agosto (11 °C) y Enero-Febrero (26 °C), humedad relativa es de 78% y la zona de vidas de la región incluye el bosque húmedo sub-tropical.  |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b> | Identificar y medir todos los árboles maderables con Dap > 10cm. Altura total y comercial. Área basal, volumen total. Forma del fuste, edad estimada (años), origen del árbol en cada uso de suelo.   |
| <b>Metodología</b>                    | Estudio en dos fase (Entrevista y censo en áreas agrícolas de 100 fincas). 50 fincas de productores de asociaciones y 50 fincas de productores cooperativistas.   |
| <b>Principales resultados</b>         | Diversidad en SAF cacao se registraron 2211 árboles maderables en un área agrícola de 614 ha (3.5 árboles ha <sup>-1</sup> ; 5 especies ha <sup>-1</sup> ) pertenecientes a 33 familias, 50 géneros y 54 especies. Se inventariaron 1262 ha (678 Asociaciones y Cooperativas 584). Las familias botánicas mejor representadas fueron Papilionoideae (8 especies), Moraceae, (5 especies), Euphorbiaceae (4 especies), y Meliaceae,  |

|  |   |
|--|---|
|  | Caesalpinioideae y Anacardiaceae con 3 especies cada una. Las especies más Abundantes de maderables fueron Mara ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) Toco blanco ( <i>Shcyzolobium parahyba</i> ), Huasicucho ( <i>Controlobium ochroxylum</i> ), Roble ( <i>Amburana cearensis</i> ) y Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ). Por lo tanto la densidad y riqueza por finca fue de 3,5 árboles ha <sup>-1</sup> y 5 especies. La diversidad de especies maderables fue similar en ambos tipos de fincas. El 8% de las fincas no tienen arboles maderables. Las fincas de cooperativas registraron más árboles, área basal y volumen comercial que las fincas de productores de asociaciones.   |
| <b>Fuente</b>  | <b>Orozco y Somarriba 2005</b>  |
| <b><i>Árboles Frutales en los Campos Agrícolas de las Fincas Indígenas de Talamanca, Costa Rica.</i></b>                         |   |
| <b>Sitio</b>   | Territorio Indígenas Bribri y Cabécar, Limón, Costa Rica. Inventario en 5 comunidades indígenas (Amubri I y II, Watsi, Sn Miguel y Sibujú). Con coordenada 9°00'-9°50'N; 82°35'-83° 05'O, precipitación y temperatura promedio anual de la región es de 2350 mm y 25,1 °C.  |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Identificación, abundancia y localización de los frutales (12 especies frutales con fines comerciales por APPTA). Información dasométrica (altura total, diámetro, longitud, ancho y forma de la copa).   |
| <b>Metodología</b>   | Estadística descriptiva x comunidad. Estudio de 54 fincas.  |
| <b>Principales resultados</b>  | Diversidad de árboles frutales se registraron 627 individuos (con una densidad media de frutales de 4,1 árboles ha <sup>-1</sup> ) en cinco usos del suelo: cacao estratificado, cacao-banano, huerto casero, huerto casero-cacao y potrero. El huerto casero ( <i>C. limón</i> , 60 individuos) y el cacao ( <i>N. lappaceum</i> , 125 individuos) concentraron la mayor abundancia y riqueza de frutales. Las especies más abundantes fueron Mamón Chino ( <i>Nephelium lappaceum</i> ) con 213 individuos, Limón Mandarina ( <i>Citrus limón</i> ) con 88 individuos. Los frutales menos abundantes fueron: Guaba caite ( <i>Inga densiflora</i> ) y Carambola ( <i>Averrhoa carambola</i> ). El 53-60 % de los árboles frutales tuvieron un Dap; 10-30 cm, altura total de 5-10 m, altura de copa entre 3-9 m, con copa de densidad media. El 99 % de los productores no maneja sus árboles frutales. |
| <b>Fuente</b>  | <b>Burgos, et al 2008</b>   |
| <b><i>Composición Florística y Estructural de Bosque y Cacaotales en los Territorios Indígenas de Talamanca, Costa Rica.</i></b> |   |
| <b>Sitio</b>   | Territorio Indígenas Bribri y Cabécar, provincia Limón, en 5 comunidades (Watsi, Tsuri, Amubri, Cachabri, Sibujú, Sn Miguel y Sn Vicente). Coordenada 9°00' y 9° 50'N; 82°35' y 83°05'O, precipitación 1900 y 2740 mm anuales, temperatura media anual entre 22 y 27 °C, con bosques húmedos a muy húmedos tropicales.  |

|  |   |
|--|---|
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Se identificaron, contaron y midieron (Dap $\geq$ 10cm y altura total). En 4 tipologías de SAF (CME, CCF, CCM, CES) y Bosque.   |
| <b>Metodología</b>   | Muestreo de 35 fincas (5 hábitats x 7 repeticiones). Parcelas temporales de 1000 m <sup>2</sup> (20 x 50 m). Y la regeneración natural se registró en parcelas temporales más pequeñas, en 2 de los vértice de la parcela grande se establecieron parcelas de 10 m <sup>2</sup> (2 x 5 m) con Dap < 3cm. Parcela mediana de 100 m <sup>2</sup> (5 x 20 m) con Dap 3 y 9,9 cm.   |
| <b>Principales resultados</b>  | En la composición florística de ambos sistemas se encontró una diversidad en SAF-Cacao (805 individuos con Dap > 10cm, 55 familias, 132 géneros y 185 especie) y en Bosque (185 especie), con un área total de 3,5 ha en los cinco hábitats. Con una abundancia de especie, tales como; <i>Cordia alliodora</i> (Boraginaceae, 211 individuos.); <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae, 56 individuos); <i>Bactris gasipaes</i> (Arecacee, 21 individuos.) y <i>Pentaclethra macroloba</i> (Mimosoideae, 21 individuos). <i>Inga edulis</i> fue la especie que se presentó en los 5 hábitats y la especies comunes en los SAF-Cacao fueron <i>I. edulis</i> y <i>C. alliodora</i> . Se encontró > diversidad en bosque, el diámetro y altura son muy similares en ambos sistemas. En la parcela mediana con Dap de 3 y 10 cm se encontró una diversidad de 121 individuos, 55 géneros, 36 familias y 70 especies y en la parcela con el Dap < 3cm se encontró una diversidad de 196 individuos, 78 géneros, 46 familias y 70 especies. |
| <b>Fuente</b>  | <b>Suatunce, et al. 2003</b>  |
| <b><i>El Componente Arbóreo en Sistemas Agroforestales Tradicionales de los Indígenas Ngöbe, La Gloria, Changuinola, Panamá.</i></b> |   |
| <b>Sitio</b>   | Fincas de indígenas, altitud entre 0–600 m, precipitación 2500-3300 mm anuales, temperatura media anual entre 14 – 27 °C.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Se inventariaron y midieron todos los árboles maderables con diámetro superior a 25 cm para estimar el volumen comercial (VC) en varios usos del suelo, siete SAF (cacao, café, cultivos anuales, musáceas, potreros, huertos caseros y rastrojos).   |
| <b>Metodología</b>   | Inventario en 30 fincas y aplicación de diferentes métodos de diagnóstico rural.  |
| <b>Principales resultados</b>  | El tamaño promedio de las fincas con SAF es de 24 ha y se encontró diversidad de 115 especies arbóreas (maderables 46% y estos representan una densidad de madera comercial en las plantaciones de 122-194 ha <sup>-1</sup> . Los usos más comunes de los arboles fueron: Doméstico (19%), alimenticios (14%), varios usos (21%) como: medicinales, artesanales, etc.) y 8 especies de palmas. Los SAF con Cacao (25 especies) y Potrero (17 especies) fueron los que tuvieron más diversidad de especies arbóreas. Las especies con alto valor comercial fueron <i>Cordia alliodora</i> , <i>Cedrela odorata</i> y <i>Aspidosperma</i>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <i>megalocarpum</i> . Los productores desconocen el uso de <i>Acacia mangiu</i> -especie exótica introducida en su región. No reconocían 62 especies maderables con alto valor comercial, entre ellas guayabón ( <i>Terminalia lucida</i> ). Almendro ( <i>Dipteryx panamensis</i> ) y Sangrío blanco ( <i>Pterocarpus</i> spp).  |
| <b>Fuente</b>   | <b>Pastrana, et al 1999</b>   |
| <b><i>Uso de Especies Maderables Tropicales Latifoliadas como Sombra del Cacao.</i></b> |   |
| <b>Sitio</b>  | CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras. Altitud de 18 msnm, precipitación pluvial promedio de 3477 mm/año, temperatura promedio anual de 25.5°C y en una zona de vida de bosques húmedo tropical.  |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Altura, Dap, diámetro de copa.  |
| <b>Metodología</b>  | Desarrollo (Crecimiento-fenología) y comportamiento de 36 especies asociada al cacao, de estas 31 especies latifoliadas nativas y 5 especies exóticas en producción > 7 años de manejo.   |
| <b>Principales resultados</b>   | Se presenta una información solamente de 13 de las 36 especies. Las especies que tienen > aplicación de mano de obra por su fenología de troncos múltiples y abundantes, son de ramificación secundaria demandando podas frecuentes, entre estas: Granadillo rojo ( <i>Dalbergia glomerata</i> ), Flor azul, Bimbayán ( <i>Vitex gauneri</i> ), Santa maría ( <i>Colophyllum brasiliense</i> ) y Barba de jolote ( <i>Cojoba arborea</i> ). Con un área basal entre los rangos de 3.30 y 6.20 m <sup>2</sup> /ha. Laurel negro ( <i>Cordia megalantha</i> ) a los 12 años presenta una área basal de (12.70 m <sup>2</sup> /ha, densidad 111 árb/ha) y 18 años edad aprovechable de 10 m <sup>2</sup> /ha. Especies que registran un incremento medio anual (IMA) para el desarrollo (1.20 m/año), entre estas: Limba ( <i>Terminalia superba</i> ) 2.20 m/año, Rosita, Pilón, Nancitón ( <i>Hieronima alchorneiodes</i> ) y Sn Juan Guayapeño, Primavera ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> ) en 1.2 y 1.4 m/año. |
| <b>Fuente</b>   | <b>FHIA 2007</b>  |
| <b><i>Cultivo de Cacao Bajo Sombra de Maderables o frutales.</i></b>                    |   |
| <b>Sitio</b>  | La Lima, Cortés, Honduras, C.A.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Importancia de los SAF cacao-maderables y/o frutales, así como el mantenimiento y abonamiento. Uso de sombra.   |
| <b>Metodología</b>  | Material descriptivo (Guía Técnica)   |
| <b>Principales resultados</b>   | Cuya importancia de los SAF es que mejora las condiciones de vida de los productores. Al SAF cacao se le debe de proveer sombra de forma secuencial, entre estas: Provisional (1/2 ó 2 años, <i>Musa sp</i> ), intermedia (< 6 años, especie por su rápido crecimiento como; <i>Glicidia sepium</i> y <i>Erytrina sp</i> ) y permanente (Maderables: Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ), Limba ( <i>Terminalia superba</i> ), Cedro ( <i>Cedrela</i>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <i>odorata</i> ), Rambután ( <i>Nephelium lappaceum</i> ), entre otras: Frutales del género <i>Inga</i> etc). Es necesario para el mantenimiento y mejorar el sistema realizar actividades de control de maleza, poda y raleo. Se debe aplicar el abonamiento después de la regulación de sombra y de las podas.   |
| <b>Fuente</b>  | <b>FHIA. 2004</b>  |
| <b><i>Conservación de la Biodiversidad en Sistemas Agroforestales con Cacao y Banano en Talamanca, Costa Rica.</i></b> |  |
| <b>Sitio</b>   | Reserva Indígena, Provincia de Limón. Coordenada 9°37'y 9°53'N; 82°54'O, altitud máxima de 300 msnm, precipitación promedio 2350 mm, temperatura promedio 24°C y la zona de vida es bosques húmedo tropical.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Estructura del dosel, densidad arbórea, Dap y altura de todos los fustes > 10cm Dap. Diversidad y abundancia de mamíferos.   |
| <b>Metodología</b>   | 5 parcelas temporales de 1000 m2 (50 x 20 m) >1.5 ha de cacao (> seis años) o banano (> tres años). Mamíferos (marcas de huellas de 150m largo x 1m ancho en 5 sitios de cada hábitat).  |
| <b>Principales resultados</b>  | Se encontró una diversidad en Bosque (80 especies arbóreas y palmaria) > 10cm; Cacaotales (35 especies) y Bananales (14 especies), cuyo promedio de especie es mayor en bosque (20.8), cacao (9.8) y banano (4.8). Las especies dominantes en Bosque ( <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Pentaclethra macroloba</i> y <i>Goetalsia meiantha</i> ) y SAF <i>Cordia alliodora</i> . También se encontraron más especies de bosque primario (52 especies en los bosques de muestreo) y en los SAF dominaron las especies de bosque secundario, Cacao (7 especies) y Banano (3 especies). La densidad arbórea promedio (individuos ha <sup>-1</sup> ) en Bosque (432) y SAF (234 cacao y 166 banano). Las especies de mamíferos son similares en SAF y Bosque (14 especies de mamíferos, con 10 especies en c/hábitat), el Bosque y SAF compartieron muy pocas especies arbóreas. |
| <b>Fuente</b>  | <b>Guiracocha, et al 2001</b>  |
| <b><i>Sombra y Especies Arbóreas en los Cacaotales del Alto Beni, Bolivia.</i></b>                                     |  |
| <b>Sitio</b>   | Departamento de la Paz. Coordenada 15°10'y 15°55'S; 66°55' y 67°40'O, Altitud entre 350 y 600 m, precipitación promedio anual 1500 mm, temperatura promedio varía Junio-Agosto (16°C Mín. 11°C); Enero-Marzo (26 °C).  |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Listado de productos y servicios que esperan obtener, nivel de sombra en diferentes condiciones Agroecológica y especies que podrían utilizar para el dosel.   |
| <b>Metodología</b>   | Análisis y diseño del dosel de sombra de cacao (Entrevista y sondeo) a 173 productores, 6 talleres (20-30 participantes), Sexo (136 M y 37 F); 82% andinos y 18%. 51% cooperativas de el CEIBO y 49%   |



|  |  |
|--|--|
|  | miembros de asociaciones cacaoteras.   |
| <b>Principales resultados</b>  | Diversidad identificada de 101 especies, 41 familia (c/productor menciona 8 - 5 especies), de los cuales esperan obtener de los árboles asociado al cacao: (88% Madera, 852% Fruta, 52% Mejoramiento del suelo, 29% Medicina) y 1-12% de los productores (leña, material de construcción, artesanía, alimento para la fauna silvestre y rompeviento). Los productores priorizan a introducir en sus plantaciones alrededor de 60 especies (14 Leguminosae, 5 Palmae, 4 Moraceae, 3 Meliaceae y 3 Guttiferae); 48% Maderable (Mara, <i>Swietenia macrophylla</i> es la preferida para sombra, por su alto valor comercial (AVC). Por la incidencia del barrenador apical ( <i>Hypsipyla grandella</i> ) hace a los productores utilizar otras especies maderables nativas con AVC, tales como: Roble, <i>Amburana cearensis</i> ; Paquí, <i>Hymenaea courbaril</i> ; Cedro, <i>Cedrela odorata</i> ; Huasicucho, <i>Centrolobium ochroxylum</i> y Toco colorado, <i>Piptadenia spp.</i> ), 35% Frutales ( Chima, <i>Bactris gasipaes</i> ; Palta, <i>Persea americana</i> ; Pacay, <i>Inga spp.</i> ; Banano, <i>Musa spp.</i> y Plátano, <i>Musa spp.</i> ), 13% Medicinal ( Sangre de grado, <i>Croton draconoides</i> ; Ajo ajo, <i>Gallesia integrifolia</i> ; Cuchi, <i>Astronium urundeuva</i> ; Copaibo, <i>Copaifera reticulata</i> y Cuta, <i>Astronium graveolens</i> ), 8% Mejoradoras de Suelo ( Pacay, <i>Inga spp.</i> ; Ceibo, <i>Erythrina poeppigiana</i> ; Flor de mayo, <i>Chorisia speciosa</i> ; Papaya de monte, <i>Jacaratia digitata</i> ; Cuchi verde, <i>Gliricidia sepium</i> y Leucaena, <i>Leucaena leucocephala</i> ) y 5% tienen otros usos (leña, resina, aceite, artesanía, tinte y construcción). Prefieren árboles de copa rala que densa; Los productores identificaron 36 especies indeseables, ya que no eran de utilidad para el hogar o la finca afectando negativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos como: Motacú, <i>Scheelea princeps</i> (es una palma, sus hojas y frutos son utilizadas para techar las casa y cobertizos). |
| <b>Fuente</b>  | <b>Somarrriba y Ortiz 2005</b>   |
| <b><i>Investigación de Árboles, Aves y Orquídeas en Zonas Cafetaleras.</i></b> |  |
| <b>Sitio</b>   | Departamento; Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia, Boaco, Madriz y Estelí. Nicaragua.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>  | Identificación de especies en la zona del café. Búsqueda intensiva de aves y en orquídeas se selecciona zonas x altura.  |
| <b>Metodología</b>   | Se muestrearon 384 fincas  |
| <b>Principales resultados</b>  | Se encontró una diversidad de: Árboles (156 especies); orquídeas (292 especies); Aves (398 especies). Con un promedio de 152 árboles/mz de 18 variedades diferentes. Siendo la especie más común ( <i>Inga spp</i> ) y las especies más frecuentes en los inventarios son 12: Guaba roja ( <i>Inga edullis</i> ) y negra ( <i>Inga punctata</i> ), Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ), Nogal ( <i>Juglans olanchana</i> ), Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis</i> ),   |

|   |   |
|---|---|
|   | Aguacate comestible ( <i>Persea americana</i> ), Mango ( <i>Mangifera indica</i> ), Guácimo ( <i>Guasuma ulmifolia</i> ), Mampás ( <i>Lippia myriocephala</i> ), Cacahuillo (No identificaddo), Tatascame ( <i>Vernonia patens</i> ) y Chaperno ( <i>Lonchocarpus ssp.</i> ).   |
| <b>Fuente</b>   | <b>Muñoz, et al. CAFENICA 2006</b>  |
| <b><i>Estimación de la biomasa aérea total en árboles de sombra y plantas de café en sistemas agroforestales en Matagalpa, Nicaragua, usando modelos alométricos.</i></b> |   |
| <b>Sitio</b>  | Comarca Yassica Sur, Municipio de San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Coordenadas 85°50'00"N y 12°55'30"O, altitud varía de 400-1000 m. precipitación oscilan entre 1600-2000 mm, temperatura varía según los meses de Marzo a Mayo (Max 35 °C) y Nov a Febrero (Mín.16 °C), el área corresponde a bosque húmedo premontano.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Identificación de cada especie, se midió el DAP y la H de los todos los árboles en los cafetales.   |
| <b>Metodología</b>  | Estudio de 37 fincas cafetaleras ( $\geq 0,7$ ha.). Se establecieron 1-2 parcelas temporales de 1000 m <sup>2</sup> (Total 66 parcelas temporales).   |
| <b>Principales resultados</b>   | Se registró una diversidad de 67 especies, las más dominantes fueron; <i>Inga tondozi</i> e <i>Inga punctata</i> (Guaba roja y negra), Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) y Nogal ( <i>Juglans olanchana</i> ). Las fincas cafetaleras pequeñas (< 14 ha) fueron las más diversas: <i>Musa ssp</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Citrus ssp</i> , <i>Mangifera indica</i> , Maderables: <i>Cordia alliodora</i> , <i>Juglans olanchana</i> , <i>Platymiscium domorphandrum</i> (Coyote), <i>Albizia sp</i> (Gavilán) y especie de servicio como las <i>Ingas</i> ; En las fincas medianas (>35 ha) predominan <i>Inga spp</i> , en asocio con <i>Musa spp</i> y árboles de regeneración natural. En plantaciones medianas (14-35 ha), el estrato sombra puede tener las características de las pequeñas o grandes plantaciones, o una mezcla de ambas. |
| <b>Fuente</b>   | <b>Suárez, et al 2004</b>   |
| <b><i>Caracterización de los sistemas agroforestales con cacao de la Reserva Indígena Bribri, Talamanca, Costa Rica.</i></b>  |   |
| <b>Sitio</b>  | Territorio indígena en una zona de 150 km <sup>2</sup> Watsi, Amubri, Tsoki y Namuwoki, Provincia de Limón. Precipitación promedio anual 2740 mm, temperatura promedio anual entre 22 y 27 °C y es un región de bosque tropical húmedo.   |
| <b>Sistemas y variables evaluados</b>   | Factores ambientales: Físicos-biológicos (altitud, superficie, pendiente, relieve); Itinerario técnico (edad SAF, variedad; Prácticas: poda, deschuponaje, chapea, cosecha sanitaria y cosecha). Factores intrínsecos: Composición-diversidad (riqueza y abundancia de cacao, musáceas y especies vegetales);   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | Estructura de la vegetación (Abundancia: a)-Vegetación; 3-10, 10-20, $\geq 20$ m. b)-Cacao; $\leq 2.5$ , 2.5-5, 5-7.5, $> 7.5$ m. y el área basal de ambos); Vegetación en el suelo Tio-life y % sombra.   |
| <b>Metodología</b>            | Inventario de 36 parcelas de SAF-Cacao a diferentes rangos de altura: Bajo (18 SAF inferior 231 m) y alto (18 SAF $>$ a 231 m), georeferenciando el contorno de cada cacaotal que permite ubicar el punto central; Donde se establecerá la parcela experimental de 50 m x 20 m <sup>1</sup> , subdividida en 10 celdas de 10 x 10 m orientada de Norte-Sur, siendo el cuadro de muestreo de individuos a una altura superior o igual a 3 m.  |
| <b>Principales resultados</b> | Se encontró una riqueza total de 1249 individuos, pertenecientes a 59 especies entre las cuales se identificaron 53 especies, que se distribuyen en 25 familias. El estrato superior tiene un promedio de 9,11 especies y la riqueza varía de un Mínimo (3 especies) a un Máximo (16 especies). Con una abundancia promedio de especies asociada al cacao de 34,7 individuos, entre los cuales 23,5 son árboles y 11,2 Musáceas. En el estrato bajo (57,8% de individuos) predominan especies frutales: Banano ( <i>Musa AAA</i> más del 50 % y platano, <i>Musa AAB</i> ), Naranja ( <i>Citrus aurantium</i> ), Pejibaye ( <i>Bactris gasipaes</i> ). En el estrato medio (19,4 % de individuos, 10-20 m) predominan: Pejibaye ( <i>B. gasipaes</i> ), <i>Cordia alliodora</i> (Laurel, maderable), <i>Inga sp</i> (Guaba, frutal) y <i>Cupania cinérea</i> (Cola de pavo). Estrato alto superiores a 20 m de altura (22,8 % de individuos) pertenecen en gran mayoría: Más del 63 % a la especie de <i>Cordia alliodora</i> . Luego, <i>Cedrela odorata</i> (Cedro), otra especies; <i>Inga sp</i> y <i>Cupania cinérea</i> . Área basal promedio de los árboles asociada al cacao es de 1,96 m <sup>2</sup> ; Las parcelas experimentales tienen un promedio de 54,4 árboles de cacao, el 56,2 % de los individuos mide entre 2,5 y 5 m, el 18 % no sobrepasan 2,5 m de altura, 19,7 % mide 5 y 7,5 m y el 6,1 % más de 7,5 m (con un área basal promedio de los árboles de cacao de 1,02m <sup>2</sup> ). La cobertura de sombra de los 36 SAF cacao del estrato vegetal superior y árboles de cacao varía entre 64,53 a 95,44 %. Promedio de la Cobertura de la Vegetación del Suelo (Tio-life; gramíneas, otras herbáceas y rastreras) es de 48,9 %. |
| <b>Fuente</b>                 | <b>Grandjean 2008</b>  |

**Anexo 12: Lista de especies registradas en los SAF-Cacao, Waslala, Nicaragua.**

| Nombre común           | Nombre Científico               | Familia         | Individuos | Densidad árb/ha <sup>-1</sup> | Frecuencia por parcela |                 |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|
|                        |                                 |                 |            |                               | No. Parcelas           | % de frecuencia |
| Acacia amarilla        | <i>Cassia siamea</i>            | Caesalpiniaceae | 5          | 1.39                          | 4                      | 1.8             |
| Aguacate               | <i>Persea americana</i>         | Lauraceae       | 9          | 2.50                          | 8                      | 3.6             |
| Aguacate canelo        | <i>Persea coerulea</i>          | Lauraceae       | 2          | 0.56                          | 2                      | 0.9             |
| Aguacate de montaña    | <i>Nectandra globosa</i>        | Lauraceae       | 2          | 0.56                          | 2                      | 0.9             |
| Areno                  | <i>Ilex hondurensis</i>         | Aquifoliaceae   | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Aripin                 | <i>Caesalpinia velutina</i>     | Leguminoceae    | 11         | 3.06                          | 2                      | 0.9             |
| Capulín                | <i>Muntingla calabura</i>       | Elaecarpaceae   | 2          | 0.56                          | 1                      | 0.4             |
| Cedro                  | <i>Cedrela odorata L</i>        | Meliaceae       | 5          | 1.39                          | 5                      | 2.2             |
| Cedro macho            | <i>Carapa guianensis</i>        | Meliaceae       | 2          | 0.56                          | 1                      | 0.4             |
| Cedro pochote          | <i>Ceiba aesculifolia</i>       | Bombacaceae     | 2          | 0.56                          | 1                      | 0.4             |
| Ceiba                  | <i>Ceiba pentandra L</i>        | Bombacaceae     | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Cenizilla              | <i>Tephrosia cinerea L</i>      | Fabaceae        | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Chapernillo de montaña | <i>Machaerium biovulatum</i>    | Fabaceae        | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Chaperno               | <i>Albizia adinocephala</i>     | Mimosaceae      | 4          | 1.11                          | 4                      | 1.8             |
| Chilamate              | <i>Ficus pertuza</i>            | Moraceae        | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Chilca                 | <i>Cascabela ovata</i>          | Apocynaceae     | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Chinche                | <i>Zanthoxillum sp</i>          | Rutaceae        | 2          | 0.56                          | 2                      | 0.9             |
| Cojón de burro         | <i>Stemmadenia donnell</i>      | Apocynaceae     | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Cola de pava           | <i>Cupanea cinerea</i>          | Sapindaceae     | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Coralillo              | <i>Rivina humilis L</i>         | Phytolaccaceae  | 1          | 0.28                          | 1                      | 0.4             |
| Eucalipto              | <i>Eucaliptus camaldulensis</i> | Myrtaceae       | 2          | 0.56                          | 1                      | 0.4             |

|                              |  |               |    |       |    |      |
|------------------------------|--|---------------|----|-------|----|------|
| Fosforito                    | <i>Protium glabrum</i>                     | Burseraceae   | 1  | 0.28  | 1  | 0.4  |
| Gavilán                      | <i>Pentaclethra macroloba</i>              | Mimosaceae    | 3  | 0.83  | 2  | 0.9  |
| Granadillo                   | <i>Dalbergia cubilquitzensis</i>           | Fabaceae      | 1  | 0.28  | 1  | 0.4  |
| Guaba ceniza                 | <i>Inga bracteifera</i>                    | Mimosaceae    | 34 | 9.44  | 11 | 4.9  |
| Guaba colorada               | <i>Inga vera</i> ; <i>sin. Oerstediana</i> | Mimosaceae    | 36 | 10.00 | 20 | 8.9  |
| Guaba de montaña             | <i>Inga paterno</i>                        | Mimosaceae    | 4  | 1.11  | 4  | 1.8  |
| Guaba negra                  | <i>Inga punctata</i> ; <i>sin. nobilis</i> | Mimosaceae    | 33 | 9.17  | 6  | 2.7  |
| Guaba salada                 | <i>Inga densiflora</i>                     | Mimosaceae    | 3  | 0.83  | 1  | 0.4  |
| Guaba verde                  | <i>Inga edulis</i>                         | Mimosaceae    | 2  | 0.56  | 2  | 0.9  |
| Guacamaya                    | <i>Erblichia odorata</i>                   | Turneraceae   | 1  | 0.28  | 1  | 0.4  |
| Guácimo                      | <i>Guazuma ulmifolia</i>                   | Sterculiaceae | 4  | 1.11  | 3  | 1.3  |
| Guácimo de montaña, colorado | <i>Luehea speciosa</i>                     | Tiliaceae     | 3  | 0.83  | 3  | 1.3  |
| Guanábana                    | <i>Annona muricata L</i>                   | Annonaceae    | 1  | 0.28  | 1  | 0.4  |
| Guayaba                      | <i>Psidium guajava L</i>                   | Myrtaceae     | 3  | 0.83  | 2  | 0.9  |
| Guayabón                     | <i>Terminalia oblonga</i>                  | Combretaceae  | 14 | 3.89  | 7  | 3.1  |
| Helequeme                    | <i>Erythrina berteroana</i>                | Fabaceae      | 3  | 0.83  | 3  | 1.3  |
| Jiñocuabo                    | <i>Bursera simaruba L</i>                  | Burseraceae   | 2  | 0.56  | 2  | 0.9  |
| Jobo                         | <i>Spondias mombin</i>                     | Anacardiaceae | 7  | 1.94  | 3  | 1.3  |
| Laurel                       | <i>Cordia alliodora</i>                    | Boraginaceae  | 87 | 24.17 | 24 | 10.7 |
| Laurel Negro                 | <i>Cordia megalantha</i>                   | Boraginaceae  | 16 | 4.44  | 4  | 1.8  |
| Leucaena                     | <i>Leucaena leucocephala</i>               | Mimosaceae    | 4  | 1.11  | 1  | 0.4  |
| Llamarada del bosque         | <i>Spathodea campanulata</i>               | Bignoniaceae  | 2  | 0.56  | 1  | 0.4  |
| Macuelizo                    | <i>Tabebuia rosea</i>                      | Bignoniaceae  | 9  | 2.50  | 4  | 1.8  |
| Madero negro                 | <i>Gliricidia sepium</i>                   | Fabaceae      | 7  | 1.94  | 5  | 2.2  |

|                 |                                   |                 |    |       |   |     |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------|----|-------|---|-----|
| Majagüe         | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> | Tiliaceae       | 2  | 0.56  | 2 | 0.9 |
| Mampas          | <i>Lippia myriocephala</i>        | Verbenaceae     | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Mandarina       | <i>Citrus reticulata blanco</i>   | Rutaceae        | 6  | 1.67  | 2 | 0.9 |
| Mangle de río   | <i>Bravaisia integerrima</i>      | Acanthaceae     | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Mango           | <i>Mangifera indica L</i>         | Anacardiaceae   | 21 | 5.83  | 8 | 3.6 |
| Manzano         | <i>Crateva tapia L</i>            | Capparaceae     | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Matapalo        | <i>Ficus obtusifolia</i>          | Moraceae        | 2  | 0.56  | 2 | 0.9 |
| Melina          | <i>Gmelina arborea</i>            | Verbenaceae     | 2  | 0.56  | 1 | 0.4 |
| Nancitón        | <i>Hyeronima alchorneoides</i>    | Euphorbiaceae   | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Naranja agria   | <i>Citrus aurantium L</i>         | Rutaceae        | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Naranja dulce   | <i>Citrus sinensis L</i>          | Rutaceae        | 17 | 4.72  | 9 | 4.0 |
| Nogal           | <i>Juglans olanchana</i>          | Juglandaceae    | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Ojoche          | <i>Brosimum alicastrum</i>        | Moraceae        | 2  | 0.56  | 2 | 0.9 |
| Ojoche colorado | <i>Brosimum terrabanum</i>        | Moraceae        | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Papaya          | <i>Carica papaya L</i>            | Caricaceae      | 2  | 0.56  | 1 | 0.4 |
| Papayo de monte | <i>Carica cauliflora</i>          | Caricaceae      | 3  | 0.83  | 1 | 0.4 |
| Pejibaye        | <i>Bactris gasipaes</i>           | Arecaceae       | 81 | 22.50 | 9 | 4.0 |
| Pochote         | <i>Bombacopsis quinata</i>        | Bombacaceae     | 2  | 0.56  | 1 | 0.4 |
| Poró            | <i>Erythrina poeppigiana</i>      | Fabaceae        | 18 | 5.00  | 9 | 4.0 |
| Quebracho       | <i>Lysiloma auritum</i>           | Mimosaceae      | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Quitacalzón     | <i>Astronium graveolens</i>       | Anacardiaceae   | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Sonzapote       | <i>Licania platypus</i>           | Chysobalanaceae | 3  | 0.83  | 1 | 0.4 |
| Tamarindo       | <i>Tamarindus indica L</i>        | Caesapiniaceae  | 1  | 0.28  | 1 | 0.4 |
| Toronja         | <i>Citrus maxima</i>              | Rutaceae        | 5  | 1.39  | 5 | 2.2 |
| Vainilla        | <i>Vanilla planifolia</i>         | Orchidaceae     | 4  | 1.11  | 3 | 1.3 |
| Yema de huevo   | <i>Morinda panamensis</i>         | Rubiaceae       | 2  | 0.56  | 2 | 0.9 |
| Zapote          | <i>Pouteria sapota</i>            | Sapotaceae      | 2  | 0.56  | 2 | 0.9 |

**Anexo 13: Lista de especies registrada en fragmentos de bosque, Waslala, Nicaragua.**

| Nombre común               | Nombre Científico                   | Familia          | Individuos | Densidad<br>árb/ha <sup>-1</sup> | Frecuencia por parcela |                    |
|----------------------------|-------------------------------------|------------------|------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
|                            |                                     |                  |            |                                  | No.de<br>parcelas      | % de<br>frecuencia |
| Achote monteso, Achiotillo | <i>Vismia baccifera</i>             | Clusiaceae       | 1          | 2.5                              | 1                      | 0.61               |
| Aguacate canelo            | <i>Persea coerulea</i>              | Lauraceae        | 4          | 10.0                             | 2                      | 1.23               |
| Aguacate de montaña        | <i>Nectandra globosa</i>            | Lauraceae        | 3          | 7.5                              | 3                      | 1.84               |
| Álamo                      | <i>Trichilia hirta L</i>            | Meliaceae        | 14         | 35.0                             | 1                      | 0.61               |
| Areno                      | <i>Ilex hondurensis</i>             | Aquifoliaceae    | 9          | 22.5                             | 3                      | 1.84               |
| Areno amarillo             | <i>Macrohasseltia macroterantha</i> | Flacourtiaceae   | 5          | 12.5                             | 2                      | 1.23               |
| Areno blanco               | <i>Zuelania guidonia</i>            | Flacourtiaceae   | 55         | 137.5                            | 3                      | 1.84               |
| Areno de agua              | <i>schoepfia vacciniiflora</i>      | Olacaceae        | 3          | 7.5                              | 1                      | 0.61               |
| Areno hueso                | <i>Laetia procera</i>               | Flacourtiaceae   | 1          | 2.5                              | 1                      | 0.61               |
| Arrallán                   | <i>Eugenia sp</i>                   | Myrtaceae        | 3          | 7.5                              | 1                      | 0.61               |
| Barazón                    | <i>Hirtella trianda</i>             | Chrysonalanaceae | 1          | 2.5                              | 1                      | 0.61               |
| Bejuco                     | <i>Heteropsis oblongifolia</i>      | Araceae          | 19         | 47.5                             | 4                      | 2.45               |
| Bijagüe monteso            | <i>Calathea macrosepala</i>         | Marantaceae      | 2          | 5.0                              | 1                      | 0.61               |
| Bimbayán                   | <i>Rehderan trinervis</i>           | Verbenaceae      | 2          | 5.0                              | 2                      | 1.23               |
| Botija; Tapabotija         | <i>Apeiba aspera</i>                | Tiliaceae        | 2          | 5.0                              | 1                      | 0.61               |
| Cachito                    | <i>Acasia cornigera</i>             | Mimosaceae       | 9          | 22.5                             | 2                      | 1.23               |
| Capulín                    | <i>Muntingla calabura</i>           | Elaeocarpaceae   | 1          | 2.5                              | 1                      | 0.61               |
| Carricillo                 | <i>Phragmites australis</i>         | Poaceae          | 8          | 20.0                             | 1                      | 0.61               |
| Carrizo                    | <i>Chusquea simpliciflora</i>       | Poaceae          | 30         | 75.0                             | 2                      | 1.23               |
| Cedro macho                | <i>Carapa guianensis</i>            | Meliaceae        | 13         | 32.5                             | 2                      | 1.23               |
| Chaperno                   | <i>Albizia adinocephala</i>         | Mimosaceae       | 4          | 10.0                             | 2                      | 1.23               |
| Chaperno blanco            | <i>Lonchocarpus parviflorus</i>     | Fabaceae         | 3          | 7.5                              | 1                      | 0.61               |
| Chaperno de montaña        | <i>Lonchocarpus minimiflorus</i>    | Fabaceae         | 2          | 5.0                              | 1                      | 0.61               |

|                              |                                    |              |    |       |   |      |
|------------------------------|------------------------------------|--------------|----|-------|---|------|
| (negro)                      |                                    |              |    |       |   |      |
| Charral, Chaparro            | <i>Curatella americana L</i>       | Dileniaceae  | 3  | 7.5   | 2 | 1.23 |
| Chichicaste                  | <i>Urera caracassana</i>           | Urticaceae   | 29 | 72.5  | 3 | 1.84 |
| Chichicaste monteso          | <i>Urera baccifera L</i>           | Urticaceae   | 3  | 7.5   | 1 | 0.61 |
| Chilca                       | <i>Cascabela ovata</i>             | Apocynaceae  | 21 | 52.5  | 2 | 1.23 |
| Chinche                      | <i>Zanthoxillum sp</i>             | Rutaceae     | 11 | 27.5  | 3 | 1.84 |
| Cola de pava                 | <i>Cupanea cinérea</i>             | Sapindaceae  | 7  | 17.5  | 3 | 1.84 |
| Cordoncillo                  | <i>Piper aduncum L</i>             | Piperaceae   | 57 | 142.5 | 4 | 2.45 |
| Coyote                       | <i>Platymiscium pinnatum</i>       | Fabaceae     | 10 | 25.0  | 1 | 0.61 |
| Cuadrado                     | <i>Guararible sp.</i>              | Bombacaceae  | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Cuscano                      | <i>no identificado</i>             |              | 14 | 35.0  | 3 | 1.84 |
| Granadillo                   | <i>Dalbergia cubilquitzensis</i>   | Fabaceae     | 5  | 12.5  | 2 | 1.23 |
| Guaba colorada               | <i>Inga vera; sin. Oerstediana</i> | Mimosaceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guaba de montaña             | <i>Inga paterno</i>                | Mimosaceae   | 24 | 60.0  | 4 | 2.45 |
| Guaba luna: Guaba extranjera | <i>Inga jinicuil</i>               | Mimosaceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guaba negra                  | <i>Inga punctata; sin.nobilis</i>  | Mimosaceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guabilla                     | <i>Inga tonduzii</i>               | Mimosaceae   | 20 | 50.0  | 2 | 1.23 |
| Guabilla colorada            | <i>Myrcianthes fragans</i>         | Myrtaceae    | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Guabilla montesa             | <i>Ruprechtia costata</i>          | Polygonaceae | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guácimo de montaña, colorado | <i>Luehea speciosa</i>             | Tiliaceae    | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guarumo                      | <i>Cecropia peltata L</i>          | Cecropiaceae | 4  | 10.0  | 3 | 1.84 |
| Guayabo de charco, charquero | <i>Terminalia amazonia</i>         | Combretaceae | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Guayabo tigre                | <i>Terminalia bucidiodes</i>       | Combretaceae | 5  | 12.5  | 2 | 1.23 |
| Guayabón                     | <i>Terminalia oblonga</i>          | Combretaceae | 5  | 12.5  | 2 | 1.23 |
| Helequeme                    | <i>Erythrina berteroana</i>        | Fabaceae     | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Huele noche                  | <i>Brugmansia candida</i>          | Solanaceae   | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |



|                                 |                                   |                |    |       |   |      |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|----|-------|---|------|
| Huesito de montaña              | <i>Cestrum aurantiacum</i>        | Solanaceae     | 4  | 10.0  | 1 | 0.61 |
| Huevo de toro                   | <i>Genipa caruto</i>              | Rubiaceae      | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Jicarillo                       | <i>Randia armata</i>              | Rubiaceae      | 10 | 25.0  | 1 | 0.61 |
| Jobo                            | <i>Spondias mombin</i>            | Anacardiaceae  | 3  | 7.5   | 2 | 1.23 |
| Kerosen                         | <i>Tetragastris panamensis</i>    | Burseraceae    | 3  | 7.5   | 1 | 0.61 |
| Leche sapo                      | <i>Sapium macrocarpum</i>         | Euphorbiaceae  | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Majagua colorado                | <i>Thespesia populnea</i>         | Malvaceae      | 6  | 15.0  | 1 | 0.61 |
| Majagüe                         | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> | Tiliaceae      | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Mampas                          | <i>Lippia myriocephala</i>        | Verbenaceae    | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Manga larga                     | <i>Laetia thamnia</i>             | Flacourtiaceae | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Matapalo                        | <i>Ficus obtusifolia</i>          | Moraceae       | 3  | 7.5   | 2 | 1.23 |
| Matorral                        | <i>Eupatorium sp</i>              | Asteraceae     | 15 | 37.5  | 3 | 1.84 |
| Molenillo; Guácimo de molenillo | <i>Luehea candida</i>             | Tiliaceae      | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Mora de montaña                 | <i>Maclura tinctoria L</i>        | Moraceae       | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Muñeco                          | <i>Cordia collococca</i>          | Boraginaceae   | 3  | 7.5   | 1 | 0.61 |
| Ojoche                          | <i>Brosimum alicastrum</i>        | Moraceae       | 36 | 90.0  | 3 | 1.84 |
| Ojoche blanco                   | <i>Brosimum costaricanum</i>      | Moraceae       | 29 | 72.5  | 3 | 1.84 |
| Ojoche colorado                 | <i>Brosimum terrabanum</i>        | Moraceae       | 56 | 140.0 | 3 | 1.84 |
| Ojoche sapo                     | <i>Trophis racemosa</i>           | Moraceae       | 3  | 7.5   | 1 | 0.61 |
| Pacaya                          | <i>Chamaedorea tepejilote</i>     | Arecaceae      | 34 | 85.0  | 1 | 0.61 |
| Palanco                         | <i>Sapranthus nicaraguensis</i>   | Annonaceae     | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Palmera                         | <i>Geonoma congesta</i>           | Arecaceae      | 2  | 5.0   | 2 | 1.23 |
| Palmilla montesa                | <i>Astrocaryum olatum</i>         | Arecaceae      | 23 | 57.5  | 2 | 1.23 |
| Palo de agua                    | <i>Vochysia guatemalensis</i>     | Vochysiaceae   | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Palo de hule                    | <i>Castilla elastica</i>          | Moraceae       | 2  | 5.0   | 2 | 1.23 |
| Palo de leche                   | <i>Ficus isophlebia</i>           | Moraceae       | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Pino de montaña                 | <i>Pinus sylvestris L</i>         | Pinaceae       | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |

|                   |                                   |                 |    |       |   |      |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----|-------|---|------|
| Platanillo        | <i>Heliconia spp</i>              | Heliconiaceae   | 19 | 47.5  | 1 | 0.61 |
| Pochote           | <i>Bombacopsis quinata</i>        | Bombacaceae     | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Pronto alivio     | <i>Guarea grandifolia</i>         | Meliaceae       | 5  | 12.5  | 3 | 1.84 |
| Quebracho         | <i>Lysiloma auritum</i>           | Mimosaceae      | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Quitacalzón       | <i>Astronium graveolens</i>       | Anacardiaceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Sabalero          | <i>no identificado</i>            |                 | 10 | 25.0  | 1 | 0.61 |
| Sangregado        | <i>Pterocarpus officinalis</i>    | Euphorbiaceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Sebo              | <i>Virola koschnyi</i>            | Myristicaceae   | 4  | 10.0  | 2 | 1.23 |
| Sotacaballo       | <i>Pithecellobium longifolium</i> | Mimosaceae      | 6  | 15.0  | 1 | 0.61 |
| Tabacón           | <i>Triplaris melaenodendron</i>   | Polygonaceae    | 11 | 27.5  | 3 | 1.84 |
| Tamarindo         | <i>Tamarindus indica L</i>        | Caesapiniaceae  | 33 | 82.5  | 4 | 2.45 |
| Tigüilote         | <i>Cordia dentata</i>             | Boraginaceae    | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Vainilla          | <i>Vanilla planifolia</i>         | Orchidaceae     | 2  | 5.0   | 2 | 1.23 |
| Vainilla colorada | <i>Senna atomaria</i>             | Caesalpinaceae  | 4  | 10.0  | 1 | 0.61 |
| Vainilla montesa  | <i>Sesbania grang</i>             | Fabaceae        | 2  | 5.0   | 1 | 0.61 |
| Varilla colorada  | <i>Lythrum sp</i>                 | Lythraceae      | 3  | 7.5   | 2 | 1.23 |
| Varilla negra     | <i>Ryania speciosa</i>            | Flacourtiaceae  | 69 | 172.5 | 4 | 2.45 |
| Yema de huevo     | <i>Morinda panamensis</i>         | Rubiaceae       | 14 | 35.0  | 3 | 1.84 |
| Zapote            | <i>Pouteria sapota</i>            | Sapotaceae      | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Zapote monteso    | <i>Couropita nicaraguensis</i>    | Lecythidiceae   | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Zapotillo         | <i>Couepia polyandra</i>          | Chysobalanaceae | 1  | 2.5   | 1 | 0.61 |
| Zopilote          | <i>Vochysia ferruginea</i>        | Vochysiaceae    | 5  | 12.5  | 1 | 0.61 |

**Anexo 14: Lista de individuos registrados en ambos sistemas SAF-Cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.**

| Nombre común                 | Nombre científico                  | Familia       | Individuos |        | Densidad árb/ha |        | Frecuencia por parcela |        | Promedio por parcela (%) |        |
|------------------------------|------------------------------------|---------------|------------|--------|-----------------|--------|------------------------|--------|--------------------------|--------|
|                              |                                    |               | SAF-Cacao  | Bosque | SAF-Cacao       | Bosque | SAF-Cacao              | Bosque | SAF-Cacao                | Bosque |
| Aguacate canelo              | <i>Persea coerulea</i>             | Lauraceae     | 2          | 4      | 0.56            | 10     | 2                      | 2      | 2.47                     | 3.4    |
| Aguacate de montaña          | <i>Nectandra globosa</i>           | Lauraceae     | 2          | 3      | 0.56            | 7.5    | 2                      | 3      | 2.47                     | 5.2    |
| Areno                        | <i>Ilex hondurensis</i>            | Aquifoliaceae | 1          | 9      | 0.28            | 22.5   | 1                      | 3      | 1.23                     | 5.2    |
| Capulín                      | <i>Muntingla calabura</i>          | Elaecarpaceae | 2          | 1      | 0.56            | 2.5    | 1                      | 1      | 1.23                     | 1.7    |
| Cedro macho                  | <i>Carapa guianensis</i>           | Meliaceae     | 2          | 13     | 0.56            | 32.5   | 1                      | 2      | 1.23                     | 3.4    |
| Chaperno                     | <i>Albizia adinocephala</i>        | Mimosaceae    | 4          | 4      | 1.11            | 10     | 4                      | 2      | 4.94                     | 3.4    |
| Chilca                       | <i>Cascabela ovata</i>             | Apocynaceae   | 1          | 21     | 0.28            | 52.5   | 1                      | 2      | 1.23                     | 3.4    |
| Chinche                      | <i>Zanthoxillum sp</i>             | Rutaceae      | 2          | 11     | 0.56            | 27.5   | 2                      | 3      | 2.47                     | 5.2    |
| Cola de pava                 | <i>Cupanea cinerea</i>             | Sapindaceae   | 1          | 7      | 0.28            | 17.5   | 1                      | 3      | 1.23                     | 5.2    |
| Granadillo                   | <i>Dalbergia cubilquitzensis</i>   | Fabaceae      | 1          | 5      | 0.28            | 12.5   | 1                      | 2      | 1.23                     | 3.4    |
| Guaba colorada               | <i>Inga vera; sin. Oerstediana</i> | Mimosaceae    | 36         | 1      | 10.00           | 2.5    | 20                     | 1      | 24.69                    | 1.7    |
| Guaba de montaña             | <i>Inga paterno</i>                | Mimosaceae    | 4          | 24     | 1.11            | 60     | 4                      | 4      | 4.94                     | 6.9    |
| Guaba negra                  | <i>Inga punctata; sin.nobilis</i>  | Mimosaceae    | 33         | 1      | 9.17            | 2.5    | 6                      | 1      | 7.41                     | 1.7    |
| Guácimo de montaña, colorado | <i>Luehea speciosa</i>             | Tiliaceae     | 3          | 1      | 0.83            | 2.5    | 3                      | 1      | 3.70                     | 1.7    |
| Guayabón                     | <i>Terminalia oblonga</i>          | Combretaceae  | 14         | 5      | 3.89            | 12.5   | 7                      | 2      | 8.64                     | 3.4    |
| Helequeme                    | <i>Erythrina berteroana</i>        | Fabaceae      | 3          | 1      | 0.83            | 2.5    | 3                      | 1      | 3.70                     | 1.7    |
| Jobo                         | <i>Spondias mombin</i>             | Anacardiaceae | 7          | 3      | 1.94            | 7.5    | 3                      | 2      | 3.70                     | 3.4    |

|                 |                                   |                |   |    |      |      |   |   |      |     |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|---|----|------|------|---|---|------|-----|
| Majagüe         | <i>Heliocarpus appendiculatus</i> | Tiliaceae      | 2 | 2  | 0.56 | 5    | 2 | 1 | 2.47 | 1.7 |
| Mampas          | <i>Lippia myriocephala</i>        | Verbenaceae    | 1 | 2  | 0.28 | 5    | 1 | 1 | 1.23 | 1.7 |
| Matapalo        | <i>Ficus obtusifolia</i>          | Moraceae       | 2 | 3  | 0.56 | 7.5  | 2 | 2 | 2.47 | 3.4 |
| Ojoche          | <i>Brosimum alicastrum</i>        | Moraceae       | 2 | 36 | 0.56 | 90   | 2 | 3 | 2.47 | 5.2 |
| Ojoche colorado | <i>Brosimum terrabanum</i>        | Moraceae       | 1 | 56 | 0.28 | 140  | 1 | 3 | 1.23 | 5.2 |
| Pochote         | <i>Bombacopsis quinata</i>        | Bombacaceae    | 2 | 2  | 0.56 | 5    | 1 | 1 | 1.23 | 1.7 |
| Quebracho       | <i>Lysiloma auritum</i>           | Mimosaceae     | 1 | 1  | 0.28 | 2.5  | 1 | 1 | 1.23 | 1.7 |
| Quitacalzón     | <i>Astronium graveolens</i>       | Anacardiaceae  | 1 | 1  | 0.28 | 2.5  | 1 | 1 | 1.23 | 1.7 |
| Tamarindo       | <i>Tamarindus indica L</i>        | Caesapiniaceae | 1 | 33 | 0.28 | 82.5 | 1 | 4 | 1.23 | 6.9 |
| Vainilla        | <i>Vanilla planifolia</i>         | Orchidaceae    | 4 | 2  | 1.11 | 5    | 3 | 2 | 3.70 | 3.4 |
| Yema de huevo   | <i>Morinda panamensis</i>         | Rubiaceae      | 2 | 14 | 0.56 | 35   | 2 | 3 | 2.47 | 5.2 |

**Anexo 15: Levantamiento de datos en la parcela de muestreo en SAF-Cacao y fragmentos de bosques, Waslala, Nicaragua.**



- Circunferencia del árbol de cacao y cada pseudo tallo, sobre el suelo (DAP a 30 cm del suelo). Variable que se tomó con cinta diamétrica.





- Diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.30 m del suelo) y profundidad en cm de la gamba más grande a 1.30 m sobre el suelo. Cuyas variables fueron tomadas con cinta (diamétrica y centímetro).



- Medición del ancho de la copa proyectada sobre el suelo, se tomó con una cinta métrica (tres mediciones en m, todos los ejes de medición pasaron por el tronco del árbol evaluado).



- Medición de la variable altura, se tomó con un clinómetro evaluando tres ángulos.



- Orientación de la pendiente y surcos de cacao, con el uso de la brújula (✂).



- Uso de diferentes técnicas de recolección de información.