

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**CATIE**

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DEARROLLO Y LA COSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADUADOS**

**CONTRIBUCIÓN DE LOS PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN LA  
RESTAURACIÓN DE BOSQUES SECUNDARIOS EN HOJANCHA, COSTA RICA**

**Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgraduados, Programa de Educación para el  
Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
como requisito parcial para optar por el grado de:**

**Magíster Scientiae**

**Por:**

**Samaria Murakami Bello**

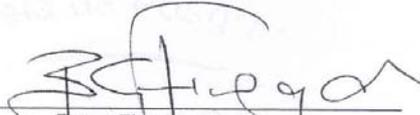
**Turrialba, Costa Rica**

**2008**

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

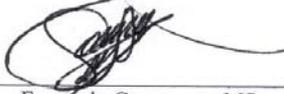
**MAGISTER SCIENTIAE**

**Firmantes:**



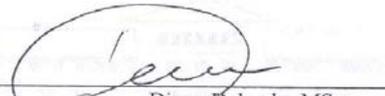
---

Bryan Finegan, Ph. D.  
**Consejero Principal**



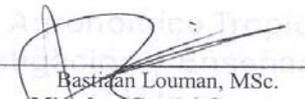
---

Fernando Casanoves, MSc.  
**Miembro Comité Consejero**



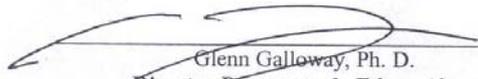
---

Diego Delgado, MSc.  
**Miembro Comité Consejero**



---

Bastiaan Louman, MSc.  
**Miembro Comité Consejero**



---

Glenn Galloway, Ph. D.  
**Director Programa de Educación y  
Decano de la Escuela de Posgrado**



---

Samaria Murakami B.  
**Candidata**

**DEDICATORIA**

*A mi pequeña Fabianita*

*A mis padres y hermanos*

*A mis maestros y asesores*

*A todos los amigos de Hojancha*

*A mis compañeros y amigos de la Maestría*

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por brindarme la oportunidad de estudiar esta maestría a través de su programa de becas.

A la Organización Internacional TROPENBOS INTERNATIONAL, por hacer posible el financiamiento de mis estudios de Maestría.

A todos y cada uno de mis profesores consejeros por el asesoramiento para llevar adelante este proyecto de tesis.

Un agradecimiento especial a todas las personas que compartieron conmigo el duro trabajo de campo requerido para llevar adelante el estudio de tesis: Don Carlitos Gonzáles, Juan Arguedas, Gilberto Rodrigues, Isaac Gonzáles, Juan Barrantes, Damaris Soto.

A los Botánicos: Ingeniero Nelson Zamora, especialista del INBio y Lic. Miguel Méndez, técnico del Área de Conservación Tempisque (ACT), por su colaboración en la identificación de las muestras botánicas.

Los colegas del Departamento de Bosque y Biodiversidad: José Masís por el apoyo logístico y la amistad brindada durante el trabajo de campo; Hugo Brenes por su apoyo y aportes permanentes en el procesamiento de los datos de campo; Lidieth Marín por su colaboración y amabilidad en todo momento.

A todos los amigos del Área de Conservación Tempisque y el MINAE: Emel Rodríguez, Mauricio Méndez, Danilo Méndez, Alcides, José Miguel Valverde, por la colaboración brindada para el desarrollo del presente trabajo.

A toda la linda gente y los amigos de Hojancha, Señora Marielos Rodríguez y Familia por acogernos y brindarnos su amistad, Ricardo Morataya y Familia, por la amistad y cariño.

A todos mis amigos y compañeros de maestría por compartir esta experiencia y aprender de cada uno de ellos. En especial a Manuel Soudre y Marcia Nuñez por compartir conmigo durante el duro trabajo de campo para la realización de nuestras tesis.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible con su apoyo y colaboración la realización del presente trabajo.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VIII</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>X1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo general</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Marco referencial del Pago por Servicio Ambientales (PSA) en Costa Rica</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Los bosques secundarios y su importancia</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 El proceso de sucesión secundaria</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 Factores que afectan los procesos de sucesión</b> .....	<b>7</b>
<b>III. METODOLOGIA</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Características y ubicación de la zona de estudio</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1.1 Ubicación</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1.2 Características climáticas y topográficas</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1.3 Suelo</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1.4 Selección de la zona de estudio y de los parches de bosques secundarios</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1.5 Ubicación y tamaño de las muestras</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1.6 Diseño de muestreo utilizado</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1.7 Instalación de la unidad de muestreo para la vegetación</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.8 Evaluación de la vegetación</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Muestreo de las poblaciones de aves</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Evaluación de los beneficios del bosque secundario con y sin PSA</b> .....	<b>16</b>

3.4	Análisis del los datos .....	16
3.4.1	Análisis de los datos de vegetación .....	16
3.4.2	Estimación de carbono almacenado en bosque secundario.....	18
3.4.3	Análisis de los datos de aves .....	18
3.4.4	Análisis de las encuestas .....	18
IV.	<b>RESULTADO</b> .....	18
4.1	Estructura de la vegetación con factores principales de PSA y edad de los bosques.....	18
4.1.1	Efecto de las covariables en la estructura de la vegetación .....	20
4.2	Composición florística para los tratamientos de bosque secundario .....	21
4.2.1	Fustales.....	21
4.2.2	Latizales .....	23
4.2.3	Brinzales.....	24
4.3	Riqueza y diversidad de la vegetación.....	24
4.4	Composición, riqueza y diversidad de las poblaciones de aves para los tratamientos de bosques secundarios .....	26
4.4.1	Composición de aves .....	26
4.4.2	Riqueza y diversidad de aves .....	27
4.5	Cantidad de carbono almacenado en bosques secundarios con y sin aplicación de PSA de diferentes edades. ....	27
4.6	Beneficios percibidos por los dueños y usuarios con el desarrollo de los bosques secundarios con y sin PSA .....	28
4.6.1	Actividad principal de las fincas.....	28
4.6.2	Beneficios del PSA a los propietarios y al bosque .....	28
V.	<b>DISCUSIÓN</b> .....	29
5.1	Estructura de la vegetación .....	29
5.2	Composición florística .....	30
5.3	Riqueza y diversidad arbórea .....	30
5.4	Cantidad De Carbono almacenado.....	30

<b>5.5</b>	<b>Estructura composición y diversidad de aves.....</b>	<b>30</b>
<b>5.6</b>	<b>Beneficios del PSA.....</b>	<b>31</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>33</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>2</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Modalidades de incentivos fiscales Período 1979 – 1995

Cuadro 2: Aplicación del PSA, período 1997 – 2000 Costa Rica

Cuadro 3.- Distribución de fincas por categoría de edad y PSA para el muestreo de vegetación

Cuadro 4.- Distribución de fincas por categoría de edad y PSA para el muestreo de aves

Cuadro 5.- Categorías de la vegetación por tamaño y número de parcelas

Cuadro 6.- Variables de estructura por tratamiento para las tres categorías de vegetación.

Cuadro 7.- Distribución promedio del N individuos por clase diamétrica para los tratamientos

Cuadro 8. Distribución del promedio de área basal  $m^2 ha^{-1}$  por clase diamétrica para los tratamientos

Cuadro 9. Promedio y desvío estándar para la alturas de los árboles en bosques con y sin PSA por categoría de uso anterior (liviano y pesado)

Cuadro 10. Promedios y desviaciones estándar para el número de familias, género y especies por tratamientos para las tres categorías de vegetación: fustales, latizales y brinzales.

Cuadro 11. Promedios y desviaciones estándar de los Índices de diversidad de Fisher, Shannon-Wiener y Simpson para los cuatro tratamientos por categoría de vegetación

Cuadro 12. Valores promedio y desvíos estándar de la riqueza de especies (S), abundancia (N) e índices de diversidad de Shannon-Wiener, Fischer e índice de Simpson, para los cuatro tratamientos.

Cuadro 13. Cantidad de carbono en toneladas por hectárea, para los tratamientos de bosque evaluados.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación del PSA Período 1997 – 2000 Costa Rica

Figura 2: Costa Rica (2001)- Ubicación de proyectos de pago de servicios ambientales

Figura 3. Ubicación del Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica

Figura 4. Ubicación de las áreas de bosque evaluadas

Figura 5. Ubicación de las parcelas de muestro dentro de las unidades experimentales o parches de bosque

Figura 6. Estructura de individuos por clase diamétrica para cada tratamiento de bosque Secundario

Figuras 7 y 8. Distribución del número de individuos  $ha^{-1}$  individuos y área basal

Promedio en función a la altitud en metros sobre el nivel del mar para los bosques

Evaluados.

Figura 9. Diez especies con mayor índice de valor de importancia ecológica (IVI) para la vegetación para el total de especies

Figura 10. Distribución de las categorías de tamaño en porcentajes para la vegetación en Fustales

Figuras 11 y 12. Curva de acumulación de especie por área muestreada para Bosques con y sin PSA en las tres categorías de vegetación (Fustales, Latizales y Brinzales)

**MURAKAMI BELLO, S. 2008. CONTRIBUCIÓN DE LOS PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES SECUNDARIOS EN HOJANCHA, COSTA RICA**

**Resumen**

La importancia de los bosques como los principales proveedores de bienes y servicios ambientales del planeta y la inquietud sobre la destrucción de los mismos, ha incrementado y llevado en las últimas décadas a varias iniciativas para revertir los procesos de destrucción de los mismos. El valor que tienen los servicios ambientales y la necesidad de cobrar por ellos son conceptos relativamente nuevos en el mundo y Costa Rica es uno de los primeros países en aplicar este mecanismo financiero para hacer pagos y cobros por estos servicios.

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) fue creado como un instrumento financiero que pretende darle sostenibilidad a la conservación y mantenimiento de la cobertura forestal del país, basado en la hipótesis de que el bosque será mejor protegido y mantenido si los dueños reciben una compensación por los servicios que los bosques brindan a la sociedad. Partiendo de este hecho, el estudio planteó evaluar la contribución de los PSA como un mecanismo para la protección y restauración de bosques secundarios, a partir de indicadores ecológicos, económicos y ambientales de los bosques secundarios de Hojancha, Costa Rica.

El estudio se realizó en 30 parches de bosque secundario de entre 5 y 40 años de edad de abandono cuyo uso anterior fueron pastizales para cría de ganado. Durante el estudio se estimó y comparó la estructura, composición, riqueza y diversidad florística y de aves, también se cuantificó y comparó la cantidad de carbono almacenado en la vegetación y los beneficios económicos y ambientales que perciben los dueños y usuarios de bosques secundarios con y sin PSA.

El estudio reveló que hasta el momento no se han logrado detectar diferencias en los indicadores ecológicos: estructura, composición, riqueza y diversidad entre los bosques, ni en la composición, riqueza y diversidad en las poblaciones de aves debido a la aplicación del PSA. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la cantidad de carbono almacenado en la vegetación secundaria evaluada, por la aplicación del PSA.

Se encontró que los beneficios económicos y ambientales percibidos por los propietarios de bosques difieren en función a la aplicación del PSA. Los propietarios de bosques identificaron beneficios económicos para los dueños y beneficios ambientales para el bosque y la sociedad, percibidos por la restauración de los bosques secundarios.

**MURAKAMI BELLO, S 2008. CONTRIBUTION OF THE PAYMENTS FOR ENVIRONMENTAL SERVICES (SPA) IN THE RESTORATION OF SECONDARY FORESTS IN HOJANCHA, COSTA RICA**

**Summary**

The importance of the forests, as the principal suppliers of environmental goods and services of the planet, and the restlessness on the destruction of them, has incremented and, in the last few decades, taken to several initiatives to revert the processes of their destruction.

The values that the environmental services have, and the need to pay for them, are rather new concepts in the world, and Costa Rica is one of the first countries in applying these financial mechanisms to make payments and collect for these services.

The Payment for Environmental Services (PSA) was created as a financial instrument that intends to give sustainability to the conservation and maintenance of country's forests, based in the hypothesis that they will be better protected and maintained if owners receive a compensation for the services that forests offer to the society.

Based in this fact, the study intended to evaluate the contribution of the PSA as a mechanism for protection and restoration of secondary forests, using ecological, economical and environmental indicators of Hojancha's secondary forests in Costa Rica.

The study was realized in 30 patches of secondary forest, with 5 to 40 years of abandon and whose previous use was as pasturelands for cattle breeding. During the study: the structure, composition, riches and diversity of the forest and the birds were estimated and compared, also was quantified and compared the amount of carbon stored in the vegetation and the economic and environmental benefits that owners and users of secondary forests perceive with and without PSA.

The study revealed that until now it has not been able to detect differences in ecological indicators like: structure, composition, riches and diversity between forests, neither in the composition, riches and diversity in birds' populations due to the PSA's application. Neither was found significant differences in the quantity of carbon stored in the secondary vegetation evaluated by the PSA's application.

The owners of the forests identify as the principal benefits perceived by the restoration of secondary forests: economic benefits for the owners and environmental benefits for the forest and the society, these benefits vary between forest owners in accordance with the PSA's application.

# **CONTRIBUCIÓN DE LOS PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES SECUNDARIOS EN HOJANCHA, COSTA RICA.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La importancia de los bosques como los principales proveedores de bienes y servicios ambientales del planeta y la inquietud sobre la destrucción de los mismos ha incrementado y llevado en las últimas décadas a varias iniciativas para revertir los procesos de destrucción de los mismos (OIMT 2002).

A causa de los cambios de uso del suelo en Costa Rica, actualmente los bosques secundarios cubren aproximadamente el 11,76% de la superficie del país (600.000 hectáreas) (OIMT 2002), siendo este el recurso forestal más abundante. A partir de 1996 Costa Rica cuenta con una nueva Ley Forestal que reconoce por primera vez a los bosques secundarios como un tipo de formación boscosa y valora los servicios ambientales que estos brindan (Spittler 2001).

Una de las innovaciones más importantes de esta Ley Forestal, es la decisión del Estado costarricense de compensar económicamente a los dueños de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que estos ofrecen a la sociedad (Rodríguez 2002). La finalidad de los Pagos por Servicios Ambientales (PSA) es preservar e incrementar las masas boscosas, ofreciendo un pago por los servicios que estos generan a fin de desincentivar la deforestación (Fuentes 2001).

El valor que tienen los servicios ambientales y la necesidad de cobrar por ellos son conceptos relativamente nuevos en el mundo, y Costa Rica es uno de los países pioneros en la aplicación de mecanismos financieros para hacer pagos y cobros por estos servicios (Rodríguez 2002). El establecimiento del sistema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en Costa Rica se origina a raíz de los acuerdos de la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, específicamente con los enunciados del Convenio de Cambio Climático (SINAC 2000).

Las condiciones de desarrollo de Costa Rica, país pequeño pero relativamente próspero y con una gran riqueza en biodiversidad, han permitido implementar mecanismos innovadores de desarrollo sostenible, orientadas a compensar el deterioro ambiental global. Dentro de estos procesos se destaca los procedimientos para la protección y manejo de los bosques y la biodiversidad, como el pago de incentivos forestales y su transformación en mecanismos de pago por concepto de servicios ambientales (Camacho 2000)

A partir de 1997 se empieza a aplicar el programa estatal de incentivos para la protección de los bosques secundarios, por los servicios ambientales que brindan. Este programa rápidamente llamó la atención de los dueños de bosques secundarios, de tal manera que en 1998 se encontraban protegidas 42.479 ha de estos bosques mediante PSA, de las cuales casi la tercera parte (13.782 ha) se ubican en la zona seca, dentro del corredor Biológico Hojancha-Nandayure (FONAFIFO 2000), definido como áreas prioritaria para la aplicación del Programa de PSA (Méndez 1999, 2001).

El PSA es un instrumento financiero que pretende darle sostenibilidad a la conservación y mantenimiento de la cobertura forestal del país basado en la hipótesis de que el bosque será mejor protegido y mantenido si sus dueños reciben una compensación por los servicios que brindan a la sociedad (Rodríguez 2002). Sin embargo en muchos casos no se conoce cuánto de estos servicios están siendo protegidos dentro de éstas áreas. Partiendo de este hecho, se plantea evaluar la restauración de los bosques secundarios con y sin PSA en las áreas de influencia del corredor Biológico Hojancha-Nandayure, con base en indicadores ecológicos y socioeconómicos fácilmente medibles, que permitan comparar el estado de los recursos en ambas categorías de protección de bosque. El estudio permitirá determinar los aportes del PSA como un mecanismo para a la protección y restauración de bosques secundarios.

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar la contribución del sistema de Pago por Servicios Ambientales como un mecanismo para la protección y restauración de los bosques secundarios a partir de indicadores ecológicos, socioeconómicos y ambientales en Hojancha, Costa Rica.

### **1.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar y comparar la estructura, composición, riqueza y diversidad florística de áreas de bosque secundario con y sin PSA.
2. Evaluar y comparar la composición, riqueza y diversidad de la comunidad de aves en áreas de bosque secundario con y sin PSA.
3. Cuantificar y comparar el carbono almacenado en la vegetación de los bosques secundarios con y sin PSA.
4. Identificar y comparar los beneficios económicos y ambientales percibidos por los dueños y usuarios de bosques secundarios con y sin PSA

### 1.3 Hipótesis

1. La estructura, composición, riqueza y diversidad florística de la sucesión secundaria difiere entre bosques secundarios con y sin PSA, siendo la estructura y composición más compleja y la riqueza y diversidad más alta en bosques con PSA.
2. La estructura, composición, riqueza y diversidad de la comunidad de aves de la sucesión secundaria difiere en bosques secundarios con y sin PSA, siendo la estructura y composición más compleja y la riqueza y diversidad más alta en bosques con PSA.
3. Los bosques secundarios con PSA almacenan mayor cantidad de carbono que los bosques sin PSA.
4. Los beneficios que brinda la restauración de bosques secundarios difiere entre propietarios de bosques con y sin PSA.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Marco referencial del Pago por Servicio Ambientales (PSA) en Costa Rica.

A partir de 1996 Costa Rica cuenta con una nueva Ley Forestal, la 7575. Dicha ley creó el Certificado para la Conservación del Bosque (CCB) con el fin de retribuir al propietario de los bosques por los servicios ambientales que generan las actividades de protección, conservación y manejo de bosques naturales (sólo hasta 2001) y plantaciones.

A Partir de 1997 se inicia un programa de incentivos para la protección de los bosques secundarios: certificado de abono forestal (CAF), certificado de protección del bosque (CPB), certificado para la conservación de bosques (CCB) entre otros, junto a esfuerzos estatales para evitar la destrucción de los bosques nacionales, recuperar zonas degradadas y mejorar la producción forestal; los incentivos fueron financiados a través de impuestos al combustible. En la dinámica de desarrollo nacional el concepto original de “incentivos” fiscales sobre la renta, creados en 1997 en el sector forestal, tomó varios años para transformarse en “pago de servicios ambientales” (Rodríguez 2002).

Cuadro 1.- Modalidades de incentivos fiscales Período 1979 – 1995

<b>Modalidad</b>	<b>Periodo de Vigencia</b>
Deducción de Impuestos de la Renta (Reforestación)	1979 – 1991
Certificación de abono Forestal Por adelantado CAF (Reforestación)	1988 – 1991
Fondo de Desarrollo Forestal FDF (Reforestación)	1988 – 1995
Restauración de recursos propios. Artículo 87, Ley Forestal N 7174	1988 – 1995
Certificado de Manejo de Bosques CAFMA	1988 -1995
Certificado de Protección de Bosque CPB	1995

Fuente: SINAC, 2000

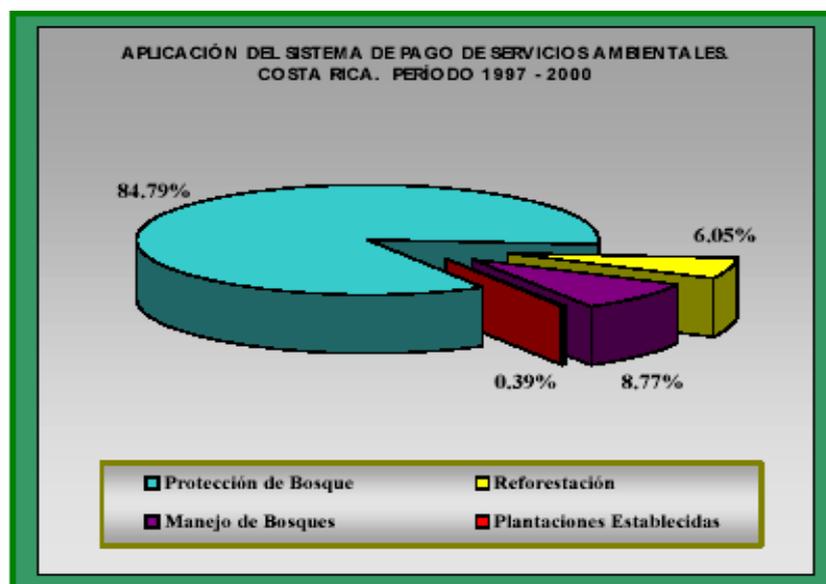
El PSA reconoce los servicios ambientales para mitigación de gases de efecto invernadero, protección de agua, protección de biodiversidad y protección de belleza escénica (Art. 69 Ley forestal 7575, 2006. El PSA se paga a áreas de 2 a 300 ha dedicadas a la protección, manejo de bosque y regeneración natural, y para una hectárea o más de reforestación o manejo de plantaciones (Campos *et ál.* 2002).

Cuadro 2: Aplicación del PSA, período 1997 – 2000 Costa Rica

<b>Modalidad</b>	<b>Área (ha)</b>
Protección de bosque	220.652,42
Reforestación	15.748,05
Manejo de Bosques	22.817,03
Plantaciones Establecidas	1.022,17
<b>Total</b>	<b>260.239,67</b>

Fuente: SINAC 2000 y FONAFIFO, 2000

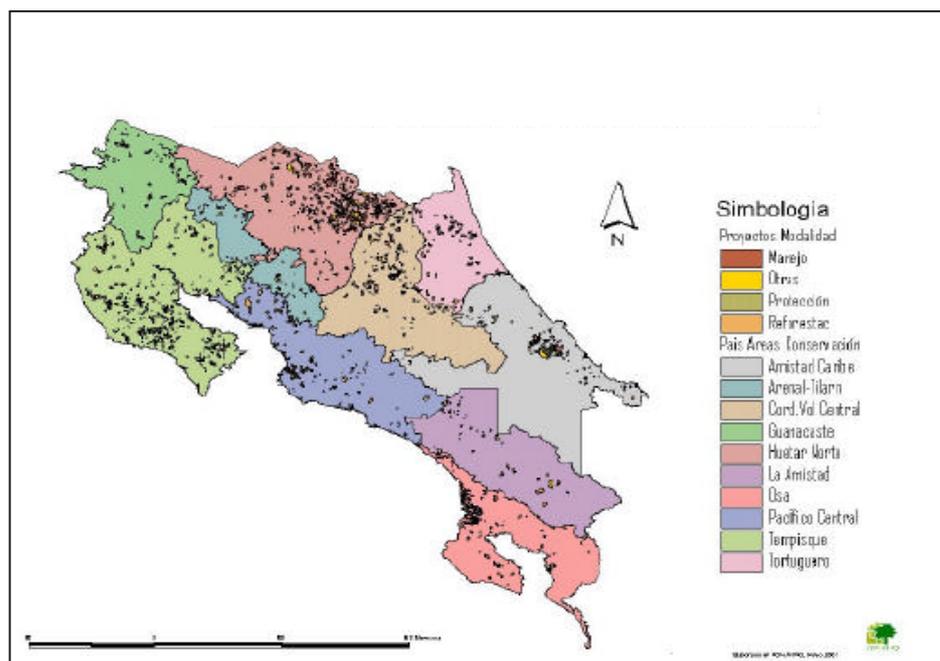
De acuerdo con el Decreto N° 26975- MINAE, los propietarios se comprometen a prestar los servicios ambientales por cinco años en el caso de protección de bosques y por el plazo que el contrato establezca en el caso de plantaciones. Todos los propietarios que se acogen el PSA deben ceder sus derechos por fijación de carbono a FONAFIFO, para que a través de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) se comercialicen a nivel internacional y con ello atraer nuevos recursos para continuar con el programa de servicios ambientales (Campos *et ál.* 2002).



Fuente: SINAC 2000 y FONAFIFO 2000

Figura 1: Aplicación del PSA Período 1997 – 2000 Costa Rica

Se puede decir que Costa Rica ha revertido el proceso destructivo de los bosques al pasar de una cobertura forestal de 30,4 % entre los '80 , a un 45,4 % en el 2001 (Rodríguez 2002). La aplicación del pago de servicios ambientales a partir del año 1997, ha cubierto un área de 260.239,67 ha distribuidas en todo el país (Camacho 2002, Figura 1). El mapa elaborado por FONAFIFO (2001) sobre la ubicación de proyectos de PSA en el país refleja que este programa abarca todas las regiones del país (Figura 2).



Fuente: FONAFIFO 2001

Figura 2: Costa Rica (2001)- Ubicación de proyectos de pago de servicios ambientales

## 2.2 Los bosques secundarios y su importancia

Existen diversas definiciones sobre bosques secundarios, sin embargo se considerarán algunas que estén más relacionadas al presente estudio. Finegan (1997) define el bosque secundario como *la vegetación leñosa que se desarrolla en terrenos que se abandonan o se dejan en descanso, después de que el bosque que originalmente ocupaba ese terreno ha sido destruido por la actividad humana*. Para Smith *et al.* (1997), *la sucesión secundaria es el proceso ecológico caracterizado por cambios que se suceden en el ecosistema después de una perturbación natural o humana*. Particularmente para el estudio el término secundario se aplica al crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica al bosque original, donde este fue eliminado por las actividades humanas.

Debido a la disminución de superficie forestal a nivel mundial, los bosques secundarios y modificados tienen un importante papel para la preservación del hábitat, de las especies y la diversidad de

subespecies (OIMT 1993). Por ello, la conservación de gran parte de la biodiversidad biológica de los bosques del mundo dependerá de la forma en que estos sean manejados (OIMT 1993; Campos *et ál.* 2001).

Si se restauran y manejan adecuadamente los bosques secundarios constituyen una importante fuente de servicios ecológicos y ambientales, protegen los suelos de los procesos de erosión; regulan el régimen hídrico reduciendo la pérdida de agua por escorrentía, sirven para refugio de la biodiversidad; contribuyen a reducir el riesgo de incendios; y ayudan a conservar los recursos genéticos, refugio de biodiversidad (OIMT 2002).

Los bosques secundarios son también de considerable importancia ecológica en términos de crecimiento forestal y acumulación de biomasa, debido a que los bosques secundarios acumulan biomasa rápidamente durante los primeros 20 y 30 años, fijan y almacenan carbono, lo cual contribuye a mitigar el calentamiento global del planeta (Smith *et ál.* 1997; OIMT 2002).

Los bosques secundarios hoy representan una fuente importante de productos forestales en varios países, y con frecuencia son utilizados por las poblaciones rurales principalmente por que son accesibles y pueden ofrecer una diversidad de productos que satisfacen las necesidades de sustento inmediato (*i.e.* energía, alimentos y medicina). Además el uso de bosques secundarios para diferentes fines podría reducir la presión ejercida sobre los bosques primarios, disminuyendo así la tasa de deforestación (OIMT 2002).

El potencial de manejo de los bosques secundarios húmedos neotropicales se reseña a raíz del creciente aumento en el área ocupada por estos, y de la constante destrucción de los bosques primarios. (Finegan 1992). Sin embargo si se desea preservar y manejar el bosque secundario, deberá desarrollarse mecanismos innovadores que hagan de la forestería un uso de la tierra competitivo para que los dueños y el país capturen beneficio del bosque que justifique ese esfuerzo (EMBRAPA *et ál.* 1999; Campos *et ál.* 2001).

### **2.3 El proceso de sucesión secundaria**

Los bosques secundarios comprenden distintas etapas del proceso de sucesión. El proceso de sucesión se produce mediante secuencias de cambio que normalmente se describen como etapas, las cuales pueden distinguirse por el predominio de un grupo determinado de plantas (Finegan 1992).

Finegan (1992) afirma que en condiciones ambientales locales favorables los primeros 100 años de la sucesión se pueden describir en término de tres fases, en las cuales ocurren cambios en la estructura

(altura del dosel, abundancia y área basal) y composición florística (riqueza y diversidad de especies). *La primera etapa* está dominada por hierbas, arbustos y lianas que colonizan inicialmente el sitio y que desaparecen en los primeros 5-10 años. De manera simultánea se desarrollan dos tipos de grupos de árboles: el formado por especies de rápido crecimiento y de vida relativamente corta que dominan *la segunda fase* durante 10-20 años, conocidas también como especies heliófitas efímeras (pioneras) como: guarumo (*Cecropia* sp) y balsa (*Ochroma* sp); a medida que éstas se mueren, otras especies de crecimiento rápido, definidas como heliófitas durables (tardías), se aprovechan de las condiciones de crecimiento mejoradas y se convierten gradualmente en especies dominantes durante los siguientes 50-80 años, hasta que estas empiezan a envejecer y son reemplazados por especies más tolerantes a la sombra (esciófitas), dando lugar a *la tercera etapa* de la sucesión. Se asume que la regeneración de este último grupo ecológico es continua, puede durar entre 75 y 100 años, dependiendo de la duración de la especie (Finegan 1992; OIMT 2002).

Los bosques secundarios cambian continuamente durante la sucesión, un proceso mediante el cual los organismos mejor adaptados al desarrollo nuevo del ambiente forestal gradualmente reemplazan a los organismos de las etapas previas. La sucesión aumenta la estabilidad general del bosque como ecosistema y conduce a un aumento de la resistencia a las perturbaciones (Wadsworth 2000).

## **2.4 Factores que afectan los procesos de sucesión**

La velocidad de los procesos de sucesión están determinados por las condiciones ambientales del área, como posición geográfica, topografía, clima del lugar, características del suelo, disponibilidad de luz, dinámica del bosque, ecología de sus especies y de la severidad y duración de las modificaciones al bosque (Louman *et ál.* 2001; OIMT 2002, Wadsworth 2000). Otros factores importantes son la calidad del sitio, uso anterior de la tierra, la intensidad y duración de la alteración, fertilidad del suelo, capacidad de rebrote de raíces y tocones, proximidad de fuentes de semillas y la disponibilidad de dispersores de semillas. Todos estos factores interactúan para ejercer un papel crítico en la recuperación del sitio, ya sea en términos estructurales (biomasa, altura y área basal) o florísticos (Smith *et ál.* 1997; OIMT 2002, Wadsworth 2000).

### **2.4.1 Factores ambientales**

Las “zonas de vida” están íntimamente correlacionadas con variables ambientales como la temperatura, precipitación y humedad. Una forma interesante de analizar el efecto de factores climáticos es comparando diferencias de vegetación entre sitios que difieren en clima. La comparación se puede hacer con base en el número de especies por unidad de área (riqueza) (Louman *et ál.* 2001).

El clima es uno de los factores principales que afectan la distribución natural de la vegetación (Holdridge 2000, Wadsworth 2000). La distribución de los bosques en Latinoamérica, y en Centro América en particular, cambió mucho en la prehistoria, debido a variaciones climatológicas, variaciones asociadas con el nivel del mar y movimientos de masas de tierra. Los bosques actuales de América Central probablemente se formaron en los últimos 10.000 años, y han estado sujetos a cambios climáticos severos más de una vez durante su desarrollo (Louman *et ál.* 2002).

La precipitación también tiene efectos sobre el número de especies encontradas en el bosque siendo que a mayor precipitación, mayor número de especies encontradas. Delgado *et ál.* (1997) muestran un resumen de resultados de varios autores para especies con dap  $\geq 2.5$  cm en 13 sitios y cuatro zonas de vida, teniéndose hasta 100 especies en 0,1 ha en el bosque tropical seco (748-1533 mm/año); entre 90 y 167 especies en bosques tropicales húmedos y muy húmedos (1830-3800 mm/año) y 258 especies en sitios de bosque pluvial (9000 mm/año). Guariguata y Kattan (2002) afirman que en el neotrópico la precipitación y la duración de la estación seca muestra una correlación muy marcada, pone como ejemplo la Amazonía, donde la riqueza de especies de árbol es mayor en sitios donde no solo llueve mucho, sino todo el año, sin embargo menciona que la relación entre diversidad y precipitación parece ser asintótica en sus límites superiores (cerca de los 4000 mm de precipitación anual).

Budowski (2000) menciona que la humedad es el factor ambiental más importante que determina la distribución, composición de especies y el crecimiento de los bosques. La productividad del bosque está estrechamente correlacionada con la disponibilidad de humedad; así, la altura del bosque disminuye de 50 a 10 m o menos al pasar de ambientes húmedos a secos.

Sobre las características del suelo, Guariguata y Kattan (2002) mencionan que el suelo parece ser menos importante que la precipitación, o que los factores biogeográficos en la determinación de la riqueza de especies vegetales neotropicales, salvo cuando los suelos son poco fértiles. Con todo no cabe duda de que a escala regional los nutrientes del suelo favorecen la diversidad, pues contribuyen a formar un mosaico de sustratos de fertilidad en donde se asientan diferentes tipos de bosque (Toumisto *et ál.* 1995, citado por Guariguata y Kattan (2002)).

El carácter del suelo influye fuertemente en la composición florística de los bosques. Ciertos tipos de suelos presentan condiciones más favorables para unas especies que para otras, de tal forma que la composición de un bosque en una misma zona climática puede variar dependiendo de acuerdo a las características del suelo (Louman *et ál.* 2001).

#### **2.4.2 Otros factores**

Otros factores que influyen en la composición de especies en un sitio de bosque secundario determinado son la proximidad de las fuentes y la disponibilidad de semillas en el momento oportuno (Wadsworth 2000; Louman *et ál.* 2002).

A nivel florístico, el tipo e intensidad de uso anterior del sitio también determina la recuperación de la composición y la riqueza de especies. Si la intensidad de uso ha sido leve, la recuperación de la riqueza de especies es relativamente rápida, aunque puede no ser así en el caso de la composición de especies (Uhl *et ál.* 1988, citado por Smith *et ál.* 1997; OIMT 2002).

A nivel de uso anterior los patrones de composición florística suelen estar determinados, entre otros factores, por: a) la presencia de especies capaces de tolerar suelos degradados; b) la dominancia de ciertas especies al comenzar la sucesión (influenciado por el factor de disponibilidad de fuentes semilleras), que pueden inhibir y/o facilitar el arribo de futuras especies colonizadoras (Smith *et ál.* 1997).

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1 Características y ubicación de la zona de estudio**

##### **3.1.1 Ubicación**

La zona de estudio es parte del Corredor Biológico Hojancha-Nandayure que se ubica en la parte central de la Península de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica (Méndez 2003). Está ubicado a lo largo de la cuenca del río Zapotal y parte del la cuenca del Río de Ora, entre Bajos del Calvo (09°55'18,4" latitud norte y 85°30'84,7" longitud oeste) y la población de San Pedro de Nandayure (09°50'10,6" latitud norte 85°30'85" longitud oeste) (Figura 3). El estudio se desarrolló durante los meses de abril a septiembre del 2004.

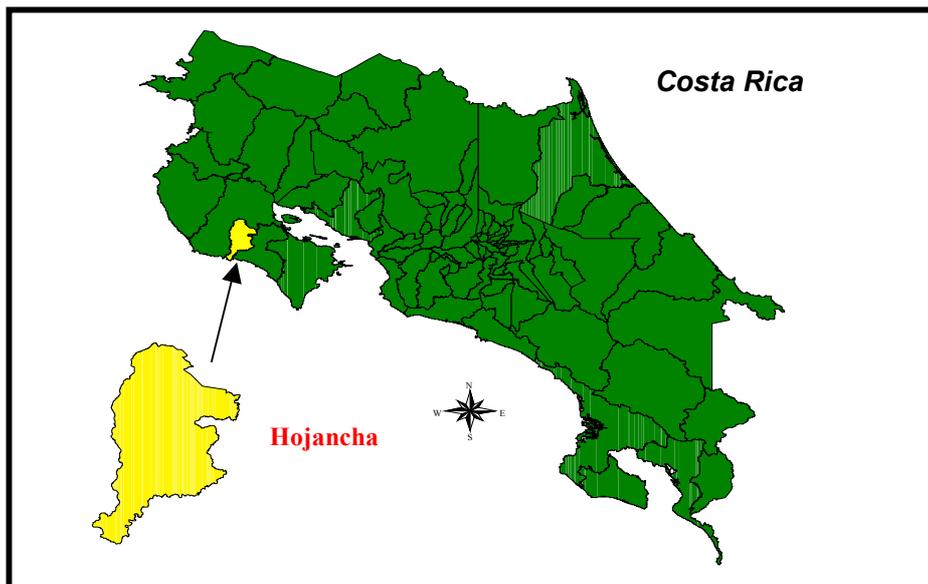


Figura 3. Ubicación del Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica

### 3.1.2 Características climáticas y topográficas

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el Corredor Biológico Hojancha-Nandayure se caracteriza por la presencia de dos zonas de vida; bosque húmedo tropical (bh-t) y bosque muy húmedo premontano (bmh-p) (Harston,1991). Presenta dos estaciones bien definidas, una estación lluviosa que va desde los meses de mayo a noviembre en el cual se presenta el 94% de la precipitación total y una estación seca que se extiende desde el mes de diciembre a abril (Gómez y Herrera 1985). Las precipitaciones van desde los 1900 mm a 2400 mm por año y la temperatura media anual oscila entre 21 y 27 ° C (Castro *et ál.* 2001). La zona presenta altitudes que van desde los 350 a los 800 msnm y predominan las montañas escarpadas en donde el 80% tienen una pendiente de más de 30% y el resto oscila entre 2% y 30 % (IGN 1983).

### 3.1.3 Suelo

El 88% de la superficie total del área de estudio son suelos Alfisoles (Tepic Haplustalf) que se ubican en la parte media de la microcuenca del Río Zapotal, entre los 200 a 450 msnm. Son suelos poco profundos, tienen buen drenaje y de buena fertilidad, son ligeramente pedregosos y de textura media a moderadamente fina (Cuberos y Soudre 2004). El 12% restante de la superficie total del área correspondería a suelos influenciados por ambas márgenes del Río Zapotal, los cuales fueron excluidos del estudio.

#### **3.1.4 Selección de la zona de estudio y de los parches de bosques secundarios**

A partir de mapas de uso de suelo y cobertura de bosques de Hojancha elaborados por Salazar (2003), el plan regulador de Hojancha (INDECA 2004) y los mapas de distribución del PSA proporcionados por oficinas locales del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), se identificaron las áreas con mayor cobertura de bosque secundario en la zona. Además se consideró la aplicación de PSA sobre los bosques.

La selección de parches de bosque secundario se hizo con base en información sobre la historia de uso anterior del suelo, manejos de las fincas, el tamaño, la ubicación y edad de los bosques, de acuerdo a información proporcionada por los dueños y vecinos de las fincas. Los datos se obtuvieron a través de entrevistas (Anexo 1). Con esta información y las exploraciones de campo se procedió a la ubicación y selección de las unidades experimentales para el estudio. Cada unidad experimental consistió en un parche de bosque secundario.

Para la selección de las unidades experimentales se consideraron los siguientes criterios: áreas con similares características de suelo, intensidad de uso, uso anterior del suelo y edades de abandono de los bosques. Fueron seleccionados 30 parches de bosque secundario, con uso anterior de pastoreo de ganado vacuno al inicio de la restauración, con edades entre 5 y 40 años de abandono aproximadamente y diferencias altitudinales que van desde los 186 msnm hasta los 536 msnm. Los bosques seleccionados presentaban pendientes que oscilaban entre 11% y 67% (Anexo 2).

Cabe destacar que la edad de los bosques en muchos casos no fue identificada claramente, ya que los propietarios no manejan de forma precisa la información; para respaldar esta información se hicieron conteos de anillos en especies indicadoras del desarrollo del bosque como: *Guazuma ulmifolia*, *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*, *Cecropia peltata*, *Lonchocarpus parviflorus* y otros.

De acuerdo a la información de los propietarios ninguno de los bosques evaluados estuvo sometido a tratamiento silvicultural o plan de manejo para favorecer el desarrollo de la vegetación existente, es decir que todos han sido restaurados mediante un proceso natural de colonización de especies.

#### **3.1.5 Ubicación y tamaño de las muestras**

La zona de estudio cubre aproximadamente 2700 ha. El área muestreada fue de 3.6 ha de bosque secundario, esta se distribuyó en 90 parcelas de 20 m x 20 m establecidas en los 30 parches de bosques. El 50 % de esta superficie fue instalada en bosques con PSA y el otro 50% en bosques sin PSA. Los parches de bosques seleccionados se encontraron distribuidos sobre toda la cuenca del río Zapotal y parte sobre el río Ora, una gran mayoría (86%) ubicadas de NE a SE (Figura 4).

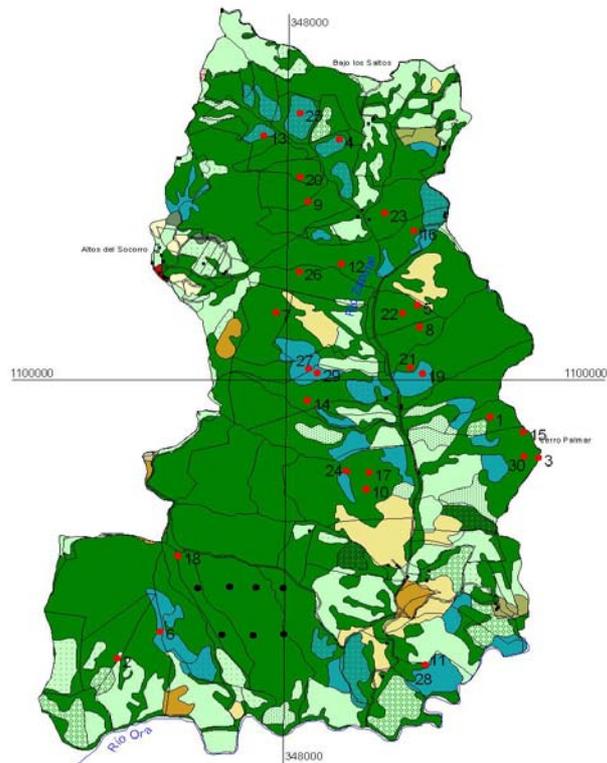


Figura 4. Ubicación de las áreas de bosque evaluadas

### 3.1.6 Diseño de muestreo utilizado

El diseño de muestreo utilizado para la evaluación de la vegetación y de aves fue un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos son la resultante de un arreglo bifactorial que surgen de la combinación de los factores categorías de PSA con dos niveles: a) bosques con PSA y b) bosques sin PSA; y edad de abandono del bosque, también con dos niveles: a) <20 años y b)  $\geq 20$  años. El modelo matemático para este arreglo bifactorial fue:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + E_j + P_i E_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  es la variable de respuesta

$\mu$  es la media general

$P_i$  es el efecto del pago por servicios ambientales

$E_j$  es el efecto de edad del bosque

$P_i E_j$  el efecto de la interacción entre pago por servicios ambientales y edad del bosque

$\varepsilon_{ijk}$  es el término de error aleatorio supuestamente distribuido  $N(0, \sigma^2)$

Para el análisis de los datos los bosques seleccionados fueron agrupados por categorías de PSA y edad de los bosques. La categorización de los bosques en relación a su edad se hizo con base en criterios estadísticos con el objetivo de balancear el número de repeticiones para las categorías, de esta forma se agruparon los bosques en dos categorías de edad: a) bosques jóvenes, aquellos menores a 20 años de edad; bosques mayores, aquellos iguales o mayores a 20 años.

Los cuatro tratamientos resultantes fueron:

**T1**= Bosque secundario con PSA<20años (con<20)

**T2**= Bosque secundario con PSA≥20años (con≥20)

**T3**= Bosque secundario sin PSA<20años (sin<20)

**T4**= Bosque secundario sin PSA≥20años (sin≥20)

El número de repeticiones por tratamiento de bosque para el muestreo de la vegetación y de aves se muestra en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3.- Distribución de fincas por categoría de edad y PSA para el muestreo de vegetación

<b>Categorías de edad</b>	<b>Bosques con PSA</b>	<b>Bosques sin PSA</b>	<b>Total Áreas</b>
<20 años	9	8	17
≥20 años	6	7	13
<b>Total general</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>30</b>

Cuadro 4.- Distribución de fincas por categoría de edad y PSA para el muestreo de aves

<b>Categorías de edad</b>	<b>Bosques Sin PSA</b>	<b>Bosques con PSA</b>	<b>Total Áreas</b>
<20 años	6	7	13
≥20 años	7	4	11
<b>Total general</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>24</b>

### 3.1.7 Instalación de la unidad de muestreo para la vegetación

La ubicación e instalación de parcelas fue precedida por la verificación del tamaño y la forma de los parches de bosque. A lo largo de la mayor longitud del parche de bosque se trazó un transecto en el centro para la instalación de parcelas temporales de muestreo. El largo de estos transectos varió entre bosques, desde 140 hasta 160 m, en función de su tamaño.

En forma sistemática se establecieron 3 parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) por parche de bosque. La distancia entre parcelas varió de 40 m a 50 m en función a la longitud del parche. Las parcelas fueron ubicadas en dirección de la pendiente del terreno, con la finalidad de muestrear la variabilidad de la vegetación en función a los rangos altitudinales del bosque.

Dentro de cada parcela de 20 m x 20 m se instalaron de forma anidada 2 subparcelas menores de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) y 4 parcelas pequeñas de 6.25 m<sup>2</sup> (2.5 m x 2.5 m), al inicio y al final de la parcela grande para evaluar la regeneración natural del bosque (Figura 5).

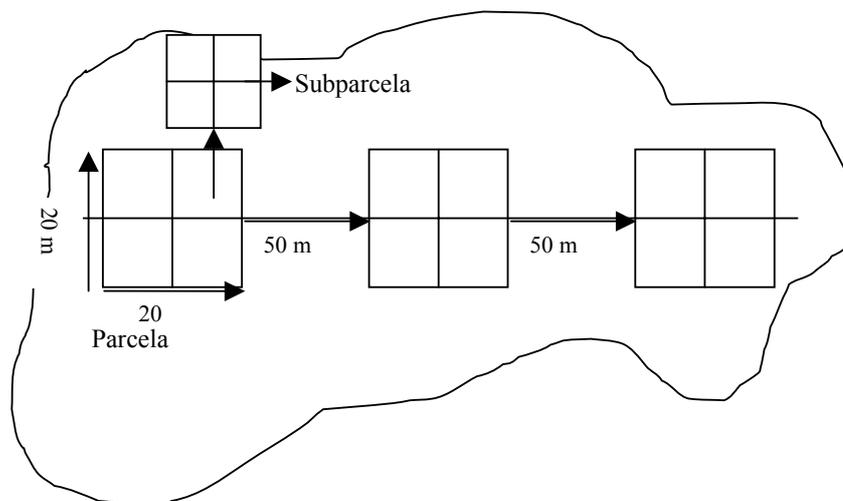


Figura 5. Ubicación de las parcelas de muestreo dentro de las unidades experimentales o parches de bosque

Para establecer las parcelas y medir las pendientes del terreno se utilizó una brújula y un clinómetro marca SUUNTO y mediante el Sistema de Posición Geográfica (GPS) se ubicaron las coordenadas y la posición altitudinal de cada parcela. También se estimaron en campo la distancia a bosques riparios, el tamaño y la forma del parche. Los únicos daños registrados al bosque fueron los daños por quema, mediante evidencias en campo como daños en el fuste de los árboles remanentes o árboles adultos.

### 3.1.8 Evaluación de la vegetación

En cada parcela de 20 m x 20 m se evaluó toda la vegetación  $\geq 5$  cm de diámetro a la altura del pecho (dap). Las variables evaluadas en campo para cada individuo de esta categoría de tamaño fueron: nombre común, dap y altura total. Los diámetros fueron medidos a una altura de 1,30 m con una cinta diamétrica y las alturas se registraron con ayuda de una varilla telescópica de 9,5 metros de altura.

En las parcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) y parcelas de 6,25 m<sup>2</sup> (2,5 m x 2,5 m), se evaluaron los latizales bajos y los brinzales respectivamente (Cuadro 5). Para ambas categorías de vegetación se registró solamente el número de individuos y la especie a nivel de nombre común y desconocidos. El número total de parcelas instaladas para cada categoría de vegetación y categoría de bosque se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Categorías de vegetación evaluadas y número de parcelas**

Categoría de vegetación	Categorías de medición	Tamaño de parcela	N° Parcelas instaladas	
			Con PSA	Sin PSA
Brinzales	0.30 m - < 1.50 m de altura	2.5 m x 2.5 m	180	180
Latizales bajos	1.50 m de altura – 4,99 cm. Dap	5 m x 5 m	90	90
Latizales altos y fustales	≥ 5 cm dap	20 m x 20 m	45	45

Para todas las categorías de tamaño se colectaron muestras botánicas para la identificación taxonómica. Esta identificación fue realizada por el Ing. Nelson Zamora del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica, y por el Lic. Miguel Méndez, técnico del Área de Conservación Tempisque (ACT), asignado por el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) para la reserva forestal Monte Alto. Se lograron identificar por nombre científico el 97% de los fustales, el 79% de los latizales y el 87 % de los brinzales. Los individuos no identificados por deterioro o insuficiencia del material colectado, fueron considerados en los análisis como especies desconocidas.

### 3.2 Muestreo de las poblaciones de aves

El muestreo de aves fue realizado por Núñez (2008) simultáneamente a las evaluaciones de vegetación. Se evaluaron 24 de los parches de bosques secundarios utilizados para evaluar la vegetación. Núñez, adoptó el método de observación de aves por *puntos de conteo*, metodología desarrollada por Ralph *et al.* (1996).

Se instalaron 5 puntos de observación de aves (POA) por cada parche de bosque, considerando una distancia de 100 m entre puntos de conteo. Cada punto tuvo un diámetro de 50 metros (área =1964 m<sup>2</sup>), cubriendo un área de muestreo de 9820 m<sup>2</sup> por bosque y un total de 7856 m<sup>2</sup> para toda el área de estudio.

La evaluación se efectuó durante la temporada de lluvia, desde junio a agosto. Las observaciones de las aves se hicieron a partir de las seis y hasta las once de la mañana, apoyados con binoculares (8 x 40) y

grabación de los cantos para posterior identificación de las especies. Durante las evaluaciones se registró la hora de observación, el código de bosque, el número del punto de conteo, número de visita al punto, el número de individuo y el nombre vulgar de la especie. El tiempo de evaluación por cada punto de observación (POA) fue de 20 minutos, se realizaron 3 repeticiones en el tiempo por cada punto de conteo.

Para la identificación a nivel de nombre científico de las aves se contó con el apoyo de una persona del sitio que conocía el nombre común y comportamientos de algunas de las aves, se contó además, como respaldo con un inventario de aves de la reserva Monte Alto (ubicada en Pilangosta de Hojanca) (Rodríguez 2001). Las grabaciones de los cantos de aves fueron identificados por el biólogo Miguel Méndez, técnico de la reserva Monte Alto y funcionario del MINAE en Hojanca y por la Ornitóloga Betty Flores, funcionaria del Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) de Bolivia; también se utilizaron láminas fotográficas de aves de Colombia (Tudor 1986) y el libro guía de aves de Costa Rica (Stiles 2003).

### **3.3 Evaluación de los beneficios del bosque secundario con y sin PSA**

Mediante encuestas a los propietarios y usuarios del bosque se identificaron los beneficios que perciben por la restauración de los bosques secundarios con y sin PSA. La encuesta contempló preguntas sobre variables cualitativas y cuantitativas (Anexo 4).

Fueron encuestados 36 propietarios de fincas, 20 sin aplicación de PSA en sus fincas y 16 con aplicación de PSA, ubicados en diferentes sectores en el cantón de Hojanca. Para el análisis sólo fueron incorporados 31 de los encuestados por problemas de inconsistencias en algunas de las respuestas.

### **3.4 Análisis de datos**

#### **3.4.1 Análisis de datos de vegetación**

La caracterización de los bosques estudiados se realizó mediante análisis de la estructura, composición, riqueza y diversidad florística. También se evaluó la cantidad de carbono almacenado en las plantas. Los análisis de la estructura, y cantidad de carbono solo fueron considerados para la vegetación mayor a 5 cm de dap (fustal), mientras que los análisis de composición, riqueza y diversidad se realizaron para cada una de las tres categorías de tamaño de la vegetación (fustal, latizal y brinzal).

Los análisis de estructura evaluaron la distribución del número de individuos y área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) por clase diamétrica, la densidad ( $N ha^{-1}$ ) y altura promedio de los árboles (m), calculados mediante el programa de Microsoft Visual FoxPro v 5.0. Los árboles remanentes fueron excluidos de los análisis,

por su escasa presencia y para evitar que pudiesen sesgar los valores de las variables de estructura y cantidad de carbono. Fueron considerados como árboles remanentes todos los individuos de gran tamaño que se asumiera eran adultos a la hora del abandono del sitio y posterior desarrollo sucesional.

Para la composición florística se identificaron las especies, géneros y familias presentes por cada tratamiento de bosque, y se analizó la importancia de las especies presentes en cada tratamiento en función a su abundancia, para cada categoría de vegetación. También se calculó el índice de valor de importancia ecológica (IVI), el cual sintetiza la información sobre la abundancia, dominancia y distribución de cada especie (Curtis y Macintos 1950), este índice se calculó solo para las especies con diámetro mayor a 5 cm de dap (fustal).

Para establecer la diversidad de los bosques se calcularon los índices de diversidad de Shanon-Wiener, Simpson y el alfa de Fisher (Magurran 1988), para ello se utilizó el programa de EstimateS v 5.0.1 (Colwer 1997), y para establecer la similaridad de la vegetación entre los tratamientos de bosque se realizó un análisis a través del Índice de Similitud de Jaccard. Cada uno de estos valores fue calculado por cada unidad experimental o parche de Bosque. Para evaluar el esfuerzo de muestreo se construyeron curvas de acumulación de especies por cada tratamiento.

Finalmente se utilizó la técnica de ANCOVA y pruebas de comparación LSD Fisher para realizar la comparación entre los cuatro tratamientos de bosque. Todas las variables de vegetación fueron sometidas a las comparaciones estadísticas con un alfa 0,05 mediante el programa InfoStat (2004). Las variables: tipo de suelo, intensidad de uso, topografía, altitud, exposición del terreno, distancia a bosques riparios o fuentes de semilla, impactos al bosque y carga animal, fueron incorporadas en el análisis de vegetación como covariables.

También se realizaron análisis estadísticos tomando como factores principales el PSA y la composición y el PSA y uso anterior del suelo. Estos dos factores fueron establecidos por Soudre (2004). Mediante análisis de conglomerados usando el método de Ward, Soudre categorizó los bosques de acuerdo a su composición florística, encontrando que estos podían agruparse en dos categorías de bosque en función a las especies indicadoras: bosques de chapernal, compuesto principalmente por la especie *Lonchocarpus parviflorus* y bosque de Guacimo-laurel, dominado por las especies *Guazuma ulmifolia* y *Cordia alliodora*.

El uso anterior del suelo fue determinado por Soudre (2004) mediante el método de componentes principales para detectar asociaciones entre las variables observadas y análisis de conglomerados (Cluster) con distancia euclidiana para la formación de categorías, agrupando los bosques en dos

categorías de acuerdo a su uso anterior: uso liviano, que agrupó a los bosques con el menor valor cuantitativo de todas las variables de uso observadas; de la misma forma se procedió al agrupamiento de los bosques con el mayor valor cuantitativo para la categoría de uso pesado.

### **3.4.2 Estimación de carbono almacenado en bosque secundario**

La estimación de carbono almacenado en los bosques secundarios evaluados se realizó a partir del dato de dap de cada individuo medido a aquellos individuos  $\geq 5$  cm de dap, aplicando la ecuación alométrica  $\log_{10} Y = - 4.4661 + 2.707 \log_{10} DAP$ , desarrollada por Ferreira (2001) para determinar la biomasa forestal de los árboles mayores a 5 cm de dap en bosques húmedos secundarios en San Carlos, Nicaragua.

### **3.4.3 Análisis de los datos de aves**

Se analizó información general sobre abundancia, composición, riqueza y diversidad de aves en bosques secundarios de la zona generada por Núñez (2004). Se contabilizó el número de especies ( $S$ ), géneros, familias y el número de individuos ( $N$ ) registrados para cada uno de los tratamientos de bosque. La diversidad de especies de los bosques se estimó a través de los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Alfa de Fisher, utilizando como herramienta al software de EstimateS 5.0.

Todos los datos de las variables de aves fueron sometidos a las comparaciones estadísticas a través de una ANOVA y pruebas de comparación LSD Fisher con un alfa de 0,05 mediante el programa InfoStat (2004) para conocer la diferencia entre los cuatro tratamientos de bosque evaluados.

### **3.4.4 Análisis de las encuestas**

Las variables cualitativas que surgieron de las encuestas fueron evaluadas usando tablas de contingencia, para conocer los niveles de las variables asociadas a cada uno de los tratamientos, así se pudo determinar sus relaciones con las variables categóricas.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Estructura de la vegetación con factores principales de PSA y edad de los bosques**

Las curvas de distribución diamétrica de individuos iguales o mayores a 5 cm de dap (Figura 6), para los 4 tratamientos de bosques muestran un patrón de distribución similar. Se observa una disminución gradual del número de individuos conforme pasa de las clases diamétricas menores a mayores, siendo las curvas semejantes a la de bosques primarios poco perturbados. Más de 85% de los individuos en los cuatro tratamientos, presentaron un dap entre 5 y 9 cm, el otro 15% se distribuyó entre las clases diamétricas mayores. Esto sugiere una buena regeneración y evolución de la vegetación hacia un bosque sucesional maduro (Poorter *et al.* 2001).

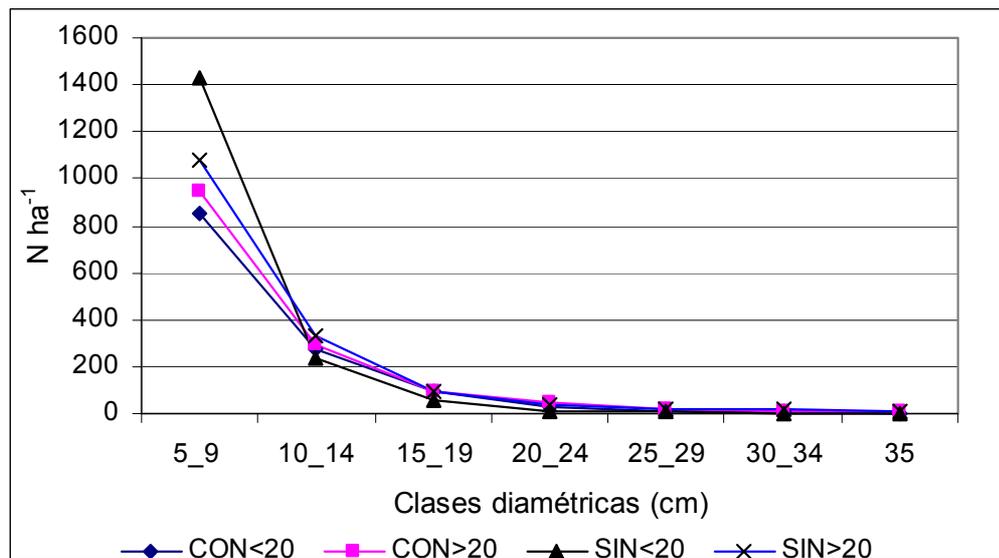


Figura 6. Estructura de individuos por clase diamétrica para cada tratamiento de bosque secundario

El análisis de estructura de los bosques evaluados solo mostró diferencias significativas ( $p=0.0014$ ) para la variable altura promedio (m) para los tratamientos de bosque, todos difieren entre si, siendo el tratamiento con  $PSA \geq 20$  el de mayor altura. Sin embargo no se puede afirmar que el PSA sea un factor influyente para que los árboles tengan mayor altura, más bien podría deberse a otros factores, como la composición florística y la intensidad de uso anterior del suelo (Cuadro 6).

Cuadro 6.-Variables de estructura por tratamiento para las tres categorías de vegetación.

Categorías de Vegetación	Variables de estructura	Bosques sin PSA		Bosques con PSA		P>F				
		<20	≥20	<20	≥20					
Fustales	Altura (m)	4.70±0.71	d	5.95±0.98	c	8.03±1.17	b	9.74±1.55	a	0.0014
	$G(m^2ha^{-1})$	11.20±6.02		14.14±15.53		12.05±13.89		14.37±24.74		0.1227
	$N ha^{-1}$	1827.18±485		1415.02±695		1383.24±345		1340.69±942		0.4031
Latizales	$N ha^{-1}$	9404±2312		8743±3311		11981±2265		10288±4283		0.1753
Brinzales	$N ha^{-1}$	6742±1516		8228±6780		7303±1798		5455±2643		0.5933

Por otro lado aunque los análisis de estructura no mostraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos de bosque para las variables área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) y abundancia ( $N ha^{-1}$ ), la distribución diamétrica de estas variable mostró que las diferencias en la clase diamétrica de 20-24 cm de dap, fueron significativamente mayores ( $p<0.05$ ) para los bosques de mayor edad ( $\geq 20$  años) con PSA que para el resto de tratamientos (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 7.- Distribución promedio del número de individuos ( $N$ ) y desvío estándar (d.e.) por hectárea por clase diamétrica para los tratamientos

Clases Diamétricas	Bosques sin PSA				Bosques con PSA				P>F			
	Menor <20		Mayor ≥20		Menor <20		Mayor ≥20					
	N+d.e.		N+d.e.		N+d.e.		N+d.e.					
5_9	1427.07±552.21		1076.17±622.75		856.47±206.61		949.99±717.55		0.1758			
10_14.9	234.37±76.82		332.13±125.04		272.21±136.86		294.44±253.85		0.6625			
15_19.9	54.16±31.81		96.42±30.75		94.44±59.07		94.44±65.34		0.2726			
20_24.9	9.37±11.3		b	34.52±21.21		ab	29.63±22.86		ab	50.00±42.50	a	0.0457
25_29.9	9.37±9.38		19.05±17.16		6.48±5.56		23.61±27.59		0.1552			
30_34.9	3.12±4.31		16.67±20.97		5.55±11.02		8.33±7.45		0.1997			
35	1.04±2.95		10.71±15.75		3.7±6.05		11.11±10.09		0.1316			
<b>Total</b>	1738.434±85.35		1585.54±695.22		1268.43±44.54		1431.87±942.48		0.4611			

Cuadro 8. Distribución del promedio de área basal  $m^2 ha^{-1}$  por clase diamétrica para los Tratamientos y desvío estándar

Clases Diamétricas	Bosques Sin PSA				Bosques Con PSA				P>F			
	<20		≥20		<20		≥20					
	G+d.e.		G+d.e.		G+d.e.		G+d.e.					
5_9.9	3.42±0.85		3.91±3.12		5.28±1.68		4.28±2.66		0.3515			
10_14.9	3.03±1.54		3.3±2.91		2.62±0.9		3.7±1.39		0.6798			
15_19.9	2.13±1.4		2.19±1.55		1.24±0.75		2.24±0.77		0.2993			
20_24.9	1.11±0.85		a	2.01±1.77		ab	0.4±0.5		ab	1.31±0.82	b	0.0553
25_29.9	0.36±0.3		1.32±1.54		0.55±0.56		1.14±1.05		0.1538			
30_34.9	0.42±0.81		0.67±0.59		0.27±0.37		1.34±1.71		0.1931			
35	0.64±1.13		1.72±1.57		0.11±0.3		1.49±2.38		0.1656			
<b>Total</b>	11.11±4.63		15.11±8.25		10.48±2.01		15.49±5.19		0.1587			

#### 4.1.1 Efecto de las covariables en la estructura de la vegetación

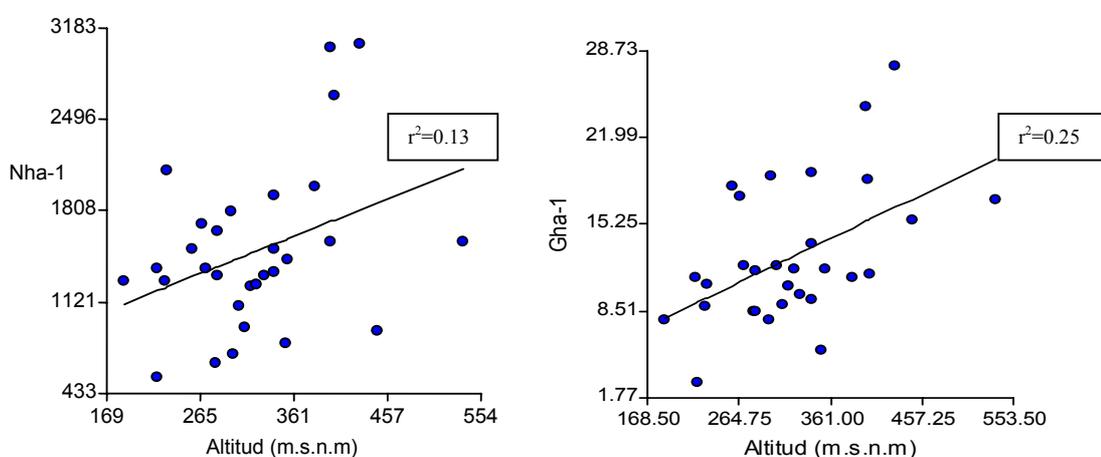
Los análisis para las covariables: tipo de suelo, intensidad de uso anterior del suelo o carga animal, topografía, altitud, exposición del terreno, distancia a bosques riparios o fuentes de semilla, mostraron que la altitud sobre el nivel del mar y la intensidad de uso anterior fueron las únicas covariable que mostraron relación con las variables de estructura.

Los análisis realizados para la estructura de la vegetación tomando como factores principales PSA y la intensidad de uso anterior del suelo, mostraron resultados similares a los encontrados entre PSA y edad de los bosques, es decir que no solo la altura de los árboles mostró diferencias significativas ( $p=0.0013$ ) entre los tratamientos de bosque, encontrándose mayor altura promedio para los bosques con y sin PSA de mayor edad y uso anterior liviano (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedio y desviación estándar para la alturas de los árboles en bosques con y sin PSA por categoría de uso anterior (liviano y pesado)

Variable	Bosques sin PSA		Bosques con PSA		P<F
	Uso pesado	Uso liviano	Uso pesado	Uso liviano	
Altura (m)	Media+d.e.	Media+d.e.	Media+d.e.	Media+d.e.	
	6.07+0.89 a	7.36+1.09 bc	6.5+0.88 ab	7.9+1.29 c	0.0013

Mientras que los análisis realizados para la abundancia y el área basal de los bosques presentaron una regresión positiva con la altitud (a.s.n.m), es decir que a medida que la altitud de los bosques incrementó, la densidad y el área basal fue mayor. Sin embargo las relaciones encontradas fueron muy bajas, tanto para la abundancia ( $r^2= 0.13$ ) como para el área basal ( $r^2= 0.25$ ) (ver Figura 7 y 8).



Figuras 7 y 8. Distribución del número de individuos por ha ( $N\ ha^{-1}$ ) y área basal ( $G\ ha^{-1}$ ) promedio en función a la altitud en metros sobre el nivel del mar para los bosques evaluados.

## 4.2 Composición florística para los tratamientos de bosque secundario

### 4.2.1 Fustales

Las familias botánicas más importantes para los fustales según el número de individuos fueron: Fabaceae/pap., Sterculiaceae y Boraginaceae, que juntas representan el 72.6% de la abundancia total y fueron encontradas en todos los tratamientos (Ver Anexos 7).

Las especies más abundantes en fustales para los cuatro tratamientos fueron: *Lonchocarpus parviflorus* (27.4% del total de individuos), *Guazuma ulmifolia* (19.8%) y *Cordia alliodora* (16.1%). Las tres especies estuvieron presentes en todos los tratamientos, las demás especies presentaron abundancias por debajo del 5%. Hay que destacar que para ambos bosques (con y sin PSA) de menor edad (<20 años) la especie más abundante fue *Guazuma ulmifolia*, mientras que para los bosques mayores ( $\geq 20$  años) fue *Lonchocarpus parviflorus*. (Ver Anexos 8).

Las tres especies de fustales con mayor abundancia para los cuatro tratamientos de bosques fueron: *Lonchocarpus parviflorus* (Fabaceae/pap), *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) y *Cordia alliodora* (Boraginaceae). La especie *G. ulmifolia* fue la más abundante para los bosques con y sin PSA de menor edad (<20 años), mientras que la especie *L. parviflorus* presentó una mayor abundancia para los bosques de mayor edad ( $\geq 20$  años) con y sin PSA.

Otras especies como: *Lonchocarpus acuminatus* (Fabaceae/pap), *Eugenia salamensis* (Myrtaceae), *Cochlospermum vitifolium* (Cochlospermaceae), *Lippia cardiostegia* (Verbenaceae), *Lonchocarpus phaseolifolius* (Fabaceae/pap), *Trichilia martiana* (Meliaceae), se encontraron entre las diez más abundantes sólo en la categoría de fustal. La abundancia individual de estas especies en todos los tratamientos estuvo por debajo del 5% del total (ver Anexo 5).

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI) calculado para fustales, se encontró que las especies *Guazuma ulmifolia* con 18,6%, *Cordia alliodora* con el 15,9% y *Lonchocarpus parviflorus* con el 15,1% del IVI total, presentaron un alto valor de importancia (Figura 7) en todos los tratamientos. *Guazuma ulmifolia* fue la especie de mayor importancia ecológica para los bosques secundarios de menor edad (con PSA<20 y sin PSA<20)

Especies como *Lonchocarpus acuminatus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Eugenia salamensis*, *Schizolobium parahyba*, *Lippia cardiostegia*, *Ochroma pyramidale* y *Cassia grandis*, se encontraron entre las diez especies de mayor importancia ecológica, pero con índices por debajo del 5% del IVI total. Como se muestra en la Figura 9.

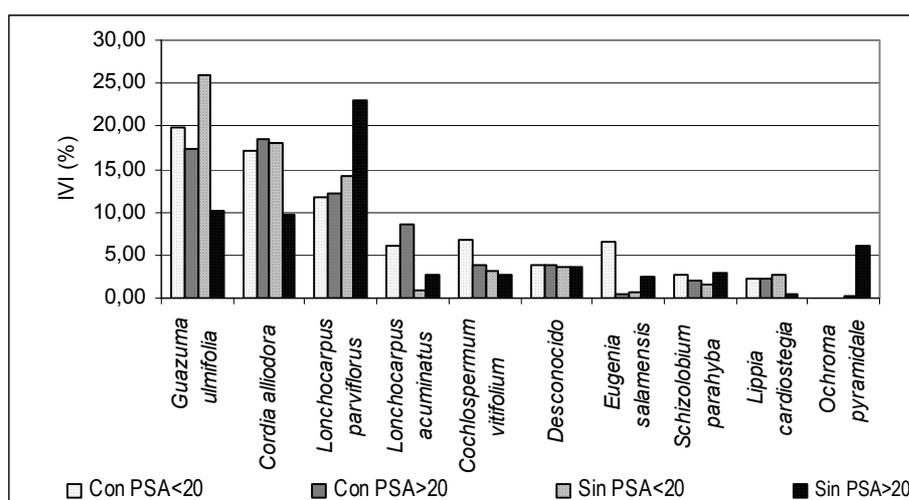


Figura 9. Diez especies con mayor índice de valor de importancia ecológica (IVI) para la vegetación para el total de especies

De las tres especies de mayor importancia ecológica, *C. alliodora* es la única que además de su importancia ecológica es de importancia comercial. *G. ulmifolia* es una especie pionera típica en la zona y está asociada a áreas de bosque que son regeneradas en pastizales y es usada como alimento para ganado (Spittler 2001), los mismos que podrían haber sido los principales dispersores de esta especie. *L. parviflorus* es la única de las tres especies que se presenta entre las de mayor abundancia en los latizales.

Algunas de las características principales de la vegetación presente para todos los tratamientos de bosque en esta categoría es que la vegetación está dominada en un 58 % por especies arbóreas, un 11% de arbustos y un 6% de lianas, el 25 % de las especies no fue categorizada por el grupo adulto al que pertenece (Figura 10).

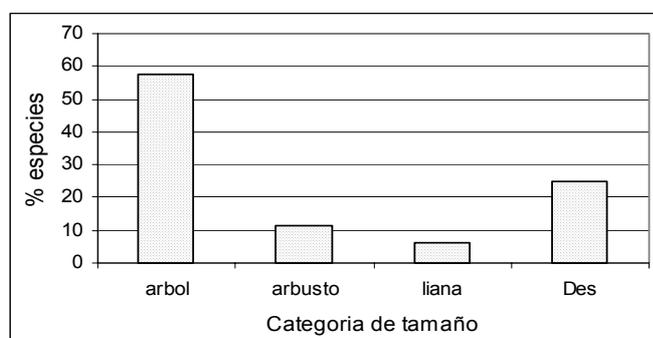


Figura 10. Distribución de las categorías de tamaño en porcentajes para la vegetación en Fustales

En cuanto al grupo ecológico se encontró que el 45% del total de individuos corresponden al grupo de especies heliófitas durables (HD), el 33,5% son generalistas (GEN), un 2,2% son esciófitas totales (ET); el 1,6% heliófitas efímeras (HE) y el 0,4% son esciófitas parciales. Un 16% de las especies no fueron identificadas a nivel de grupo ecológico. De acuerdo con su mecanismo de dispersión se pudo establecer que el 49,1% de los individuos fustales encontrados corresponden a especies diseminadas por vertebrados (V); el 45,1% por viento (W) y el 0,6% por agua (H); el 5% del total de individuos no fue posible determinar el mecanismo de dispersión. En Anexo 10, se muestra la distribución de las especies para cada una de las categorías mencionadas.

#### 4.2.2 Latizales

De las tres especies más abundantes en la categoría fustal, *L. parviflorus* fue la única que se presentó entre las diez más abundantes para los latizales, con presencia en los cuatro tratamientos; las especies *C. alliodora* y *G. ulmifolia*, abundantes a nivel de fustal, se encontraron entre los latizales (Ver Anexo 7). Dentro de esta categoría de vegetación destacan por su abundancia las especies arbustivas *Rauvolfia*

*tetraphylla* (Apocynaceae), *Psychotria horizontalis* (Rubiaceae) y *Miconia sp.* (Melastomataceae); las herbáceas: *Psychotria sp.* (Rubiaceae), *Salvia sp.* (Lamiaceae), *Melanthera sp.* (Asteraceae); los helechos: *Adiantum sp2.* (Pteridaceae), *Selaginela sp.* (Selaginellaceae) y *Ligodio venustum* (Schizaeaceae); las lianas: *Serjania goniocarpa* (Sapindaceae), *Gouania polygama* (Rhamnaceae); Palma: *Attalea butyraceae* (Araceae) y la gramínea *Hyparrhenia rufa* (Poaceae). La presencia de las especies en cada tratamiento y el orden de abundancia se muestran en Anexo 7.

La poca abundancia de las principales especies de fustales a nivel de latizales podría ser por competencia con las demás especies que imperan en esta categoría, la cual se encuentra dominada por especies herbáceas, arbustivas, y las lianas que sobresalen por su gran abundancia.

#### **4.2.3 Brinzales**

Para la categoría de brinzal, especies como *L. parviflorus*, *G. ulmifolia* y *C. alliodora* aparecen nuevamente entre las especies más abundantes. *L. parviflorus* está presente entre las más abundantes para los cuatro tratamientos; mientras que *C. alliodora* fue abundante solo para los tratamientos con  $PSA < 20$ , con  $PSA \geq 20$  y sin  $PSA < 20$ , mostrándose totalmente ausente en el tratamiento sin  $PSA > 20$ . *G. ulmifolia*, solo mostró abundancia para los tratamientos con  $PSA < 20$  y sin  $PSA < 20$ . Además de las especies mencionadas se encontraron entre las diez especies más abundantes para los brinzales las siguientes especies: *Pithecellobium hymenaeifolium* (Fabaceae/Mim.), presente en los cuatro tratamientos; *Lonchocarpus acuminatus* (Fabaceae/pap), *Hamelia patens* (Rubiaceae) y *Lygodium venustum* (Schizaeaceae), abundante en al menos tres tratamientos y *Calliandra tergemina* (Fabaceae/mim.), presente en solo dos de los tratamientos. La especie *Piscidia carthagenense* (Fabaceae/pap), se encontró únicamente en el tratamiento sin  $PSA > 20$  con la mayor abundancia (ver Anexo 8).

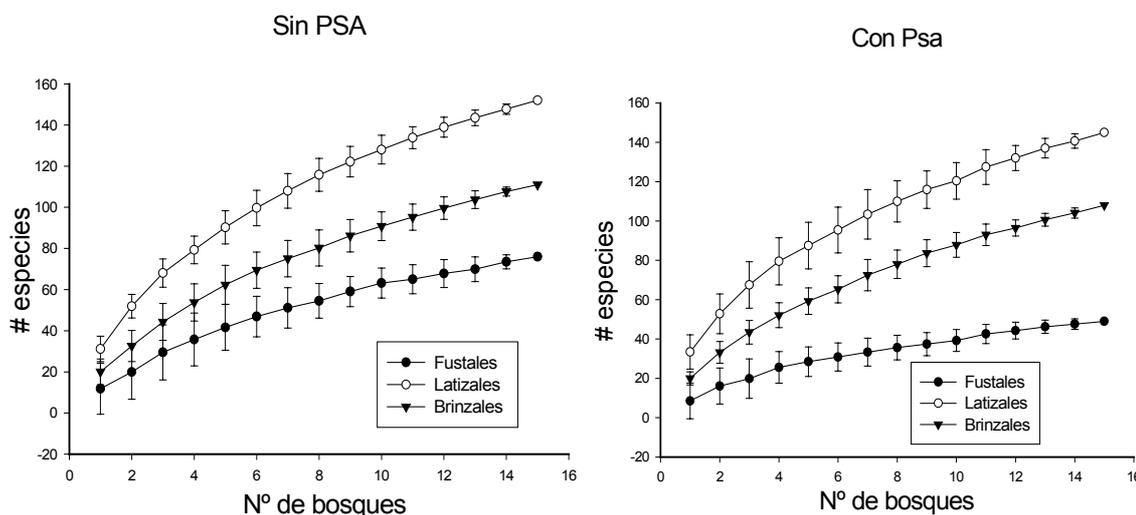
#### **4.3 Riqueza y diversidad de la vegetación**

Se observa en general poca variación en la riqueza y diversidad entre los tratamientos de bosque por categoría de vegetación (fustales, latizales y brinzales). No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para la riqueza de especies entre los cuatro tratamientos en ninguna de las tres categorías de vegetación evaluadas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Promedios y desviaciones estándar para el número de familias, géneros y especies por tratamientos para las tres categorías de vegetación: fustales, latizales y brinzales.

Categorías de Vegetación	Variables	Bosques sin PSA		Bosques con PSA		P>F
		<20	≥20	<20	≥20	
		Media±d.e	Media±d.e	Media±d.e	Media±d.e	
Fustales	familia	14.88±2.53	15.86±5.96	12.56±2.13	13.17±2.86	0.2727
	género	18.13±3.91	19.71±6.75	15.11±4.48	16.00±3.35	0.2549
	especie	19.38±4.17	21.86±6.89	16.78±4.58	17.33±3.27	0.2075
Latizales	familia	23.63±2.45	20.71±3.73	24.56±4.28	21.33±5.75	0.2333
	género	31.63±2.92	27.14±6.23	31.78±7.93	27.67±9.18	0.4146
	especie	34.75±3.15	29.14±6.49	35.78±8.64	30.5±11.22	0.2904
Brinzales	familia	15.63±2.92	15.71±5.74	16.22±2.82	14.83±4.02	0.9284
	género	18.00±4.17	19.14±7.76	19.33±3.46	17.83±4.67	0.9174
	especie	19.13±4.05	20.57±8.42	21.11±3.95	19.33±4.68	0.8642

Las curvas de acumulación de especies por área muestreada (área/especie) para los bosques secundarios con y sin aplicación del PSA (Figuras 11 y 12), presentan un mismo patrón de incremento en el número de especies conforme aumenta el área muestreada. Sin embargo se observa que para ninguna de las tres categorías de vegetación se logra estabilizar la curva, lo cual resulta muy común en bosques de gran riqueza como los bosques tropicales húmedos (Delgado *et ál.* 1997).



Figuras 11 y 12. Curva de acumulación de especie por área muestreada para Bosques con y sin PSA en las tres categorías de vegetación (Fustales, Latizales y Brinzales)

Los índices de diversidad de Fisher, Shannon-Wiener y Simpson no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, para ninguna de las categorías de vegetación (fustal, latizal y brinzal), mostrando que son bosques homogéneos en cuanto a su diversidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios y desviaciones estándar de los Índices de diversidad de Fisher, Shannon-Wiener y Simpson para los cuatro tratamientos por categoría de vegetación

Categoría de vegetación	Variables	Bosques sin PSA		Bosques con PSA		P<F
		<20	>20	<20	>20	
		Media+d.e	Media+d.e	Media+d.e	Media+d.e	
Fustal	Fisher	5.38+1.52	6.96+2.9	5.02+1.86	5.61+2.33	0.3491
	Shannon	1.77+0.41	4.94+7.81	2.02+0.32	1.94+0.61	0.3449
	Simpson	3.79+1.57	5.78+3.37	5.66+1.80	6.40+4.85	0.2036
Latizal	Fisher	10.6+1.18	8.91+2.61	10.2+3.41	8.83+4.06	0.5792
	Shannon	2.78 +0.22	2.47+0.42	2.74+0.41	2.44+0.48	0.2426
	Simpson	10.5+3.28	6.79+2.46	10.9+4.33	7.97+3.81	0.1013
Brinzal	Fisher	8.40+2.92	9.02+3.56	7.18+2.12	7.37+2.01	0.5420
	Shannon	2.49+0.30	2.44+0.35	2.29+0.39	2.35+0.13	0.5937
	Simpson	10.1+4.31	10.53+7.15	7.71+4.30	7.92+2.10	0.5590

#### 4.4 Composición, riqueza y diversidad de las poblaciones de aves para los tratamientos de bosques secundarios

##### 4.4.1 Composición de aves

Para toda el área de estudio fueron registrados 1991 individuos de aves, 90 especies, 75 géneros y 28 familias. Las diez familias más importantes por su abundancia fueron: Parulidae, Piridae, Trochilidae, Emberecidae, Troglodytidae, Formicariidae y Vereonidae; estas familias se presentaron en los cuatro tratamientos. Las familias Tyranidae y Trogonidae se encontraron en tres tratamientos, mientras que Cuculidae en dos y Psittacidae y Momotidae sólo en uno de los tratamiento. La descripción de abundancia y porcentaje para cada familia dentro de los tratamiento se muestran en Anexo 9.

Las especies más abundantes para los cuatro tratamientos evaluados fueron: *Basileuterus Rufifrons*, *Chiroxiphia linearis* y *Arremonops rufivirgatus*. Las especies *Hylophilus decurtatus*, *Piaya cayana* y *Tramnophilus doliatus*, se encontraron también entre las más abundantes en los cuatro tratamientos pero con menor porcentaje que las anteriores. *Melanerpes hoffmanii* se encontró en tres de los tratamientos (con<20, con≥20 y sin<20); *Tragón melanocephalus*, *Momotus momota*, *Amazona albifrons*, en solo dos de los tratamientos y *Amazilia tzacatl*, *Chlocostilbon canivetti*, *Trogón elegans* *Ortalis vetula*, *Tryothorus rufalbus*, *Clorostilbon canivetti* y *Calocitta formosa*, fueron las más

abundantes al menos en uno de los tratamientos. La descripción de abundancia y orden de las especies para los tratamientos de bosque se describe en Anexo 9.

De las especies encontradas para todo el estudio, al menos el 40,7% corresponden a especies frugívoras, que podrían estar contribuyendo a la diseminación de especies vegetales dentro de los bosques en la zona. Esto permite pensar que habría mucha relación entre la presencia de aves frugívoras en la colonización de ciertas especies vegetales diseminadas por vertebrados en los bosques secundarios de la zona.

#### 4.4.2 Riqueza y diversidad de aves

En el Cuadro 12 se observa el número individuos, número de especies encontradas y los índices de diversidad calculados para cada tratamiento. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para la riqueza y abundancia de individuos entre los cuatro tratamientos. De la misma manera, los análisis realizados para los índices de diversidad no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) para los tratamientos.

Cuadro 12. Valores promedio y desvío estándar de la riqueza de especies (S), abundancia (N) e índices de diversidad de Shannon-Wiener, Fischer e índice de Simpson, para los cuatro tratamientos

Variables	Bosques con PSA		Bosques sin PSA		p>f
	Con<20	Con≥20	Sin<20	Sin≥20	
	Media±d.e.	Media±d.e.	Media±d.e.	Media±d.e.	
<b>S</b>	24.86±3.02	27.25±3.5	27.00±4.47	24.86±2.97	0.5062
<b>N</b>	85.43±16.91	90.5±24.37	84.83±12.01	74.57±10.78	0.3870
<b>Fisher</b>	12.25±3.1	13.56±2.21	13.87±3.07	13.33±2.86	0.7665
<b>Shannon</b>	2.86±0.17	2.99±0.18	2.93±0.26	2.88±0.22	0.7733
<b>Simpson</b>	16.9±5.38	19.53±8.35	18.16±6.1	18.48±7.4	0.9328

#### 4.5 Cantidad de carbono almacenado en bosques secundarios con y sin aplicación de PSA de diferentes edades.

En el Cuadro 13 se observa que la cantidad carbono estimada para la biomasa aérea de los árboles no mostró variación estadística significativa entre tratamientos. Es decir, que independientemente del PSA los bosques presentaron cantidades estadísticamente similares de carbono almacenado en las plantas. Los análisis realizados para carbono considerando la composición florística y uso anterior, tampoco mostraron diferencias entre los tratamientos de bosque. Para esta variable no presentaron efectos

significativos ninguna de las covariables evaluadas (tipo de suelo, topografía, altitud, exposición del terreno, distancia a bosques riparios o fuentes de semilla, intensidad de uso anterior).

Cuadro 13. Cantidad de carbono en toneladas por hectárea, para los tratamientos de bosque evaluados

Variables	Bosques sin PSA		Bosques con PSA		P>F
	<20	≥20	<20	≥20	
Carbono (ton métricas por hectárea)	26.46±7.72	50.63±26.39	33.44±16.15	51.11±31.17	0.6795

#### 4.6 Beneficios percibidos por los dueños y usuarios con el desarrollo de los bosques secundarios con y sin PSA

##### 4.6.1 Actividad principal de las fincas

Para evaluar los beneficios percibidos por los dueños de fincas, se encuestaron 31 propietarios de fincas, 15 con PSA y 16 sin PSA. El 60% de los encuestados que cuentan con el PSA, tienen como actividad principal de la finca el PSA, el 26.7% la ganadería y 13.3% la agricultura y ganadería. Mientras que un 44% de los encuestados con bosques sin PSA, no reportan ninguna actividad productiva y sus fincas están cubiertas de bosque secundario, otro 44% se dedica a la ganadería y el 12% restante cuenta con con plantaciones de *Gmelina arborea* y se dedica a la actividad agrícola para autoconsumo.

##### 4.6.2 Beneficios del PSA a los propietarios y al bosque

Con los análisis realizados mediante tablas de contingencia con el estadístico Chi cuadrado se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) entre propietarios de bosque con y sin PSA, para los beneficios que perciben por la restauración de los bosques secundarios. Un 93% de los propietarios de bosque que reciben el PSA, mencionó que el único beneficio que obtienen es el económico, mientras que el 7% mencionó además otros beneficios ambientales. Un 81% coinciden en que la restauración no genera ningún beneficio para los propietarios, solo el 7% de los dueños de bosque sin aplicación del PSA considera que la restauración le genera algún beneficio económico; el 12% de los encuestados mencionaron que los beneficios que percibe el dueño conjuntamente con la sociedad por la restauración de los bosques son beneficios ambientales.

Los resultados muestran que tanto los propietarios con PSA como los sin PSA perciben solo dos tipos de beneficios que derivan de la restauración de los bosques secundarios: los beneficios económicos para los dueños y los ambientales para la sociedad.

Entre los beneficios económicos que los dueños de bosques perciben por la restauración de sus bosques están: los beneficios económicos directos que perciben por los Pagos por Servicios Ambientales, los beneficios económicos indirectos por la exoneración de impuestos a las áreas bajo protección de bosques y finalmente los beneficios económicos a futuro por la venta de madera de especies que se están regenerando en la zona.

Los beneficios ecológicos mencionados están asociados a los beneficios del bosque, que en función a los resultados de las encuestas por orden de importancia para los propietarios son: protección a fuentes de agua, protección y restauración de fauna y vegetación en la zona; también mencionan cambios en el ambiente como temperatura más baja, mayor cantidad de lluvia y reducción en la erosión del suelo.

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1 Estructura de la vegetación**

A partir de los resultados encontrados se tiene que la distribución diamétrica del área basal y la abundancia de individuos por clases son mayores a los reportados por Fonseca en 1999 y Spittler en 2001, quienes trabajaron en bosques similares de la zona, lo que sugiere que los bosques podrían estar experimentando un continuo proceso de desarrollo de la vegetación.

A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas para las variables de estructura: área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) y abundancia ( $N ha^{-1}$ ), los análisis de la distribución diamétrica para estas variables reveló que el incremento de estas variables estuvo asociada a la edad de los bosques y no a la aplicación del PSA.

Aunque muchos autores coinciden en que factores como el uso anterior de la tierra, la fertilidad del suelo, la proximidad a fuentes de semilla entre otros, interactúan en la recuperación del sitio, sea en términos estructurales (biomasa, altura, o área basal) o de composición y diversidad (por ejemplo riqueza y diversidad de especies) (Finegan 2002, 2006; Smith *et al.* 1997), a partir de los análisis para las covariables: carga animal, topografía, altitud, exposición del terreno, distancia a bosques riparios o fuentes de semilla, solo se encontraron efectos de la intensidad de uso anterior del suelo en la altura promedio de los árboles y una baja relación entre el área basal y la abundancia con la altitud (m.s.n.m) de los bosques evaluados.

A pesar de que los análisis mostraron mayores alturas promedio de los árboles para los bosques con aplicación de PSA, los análisis realizados tomando como factores principales el PSA y la intensidad de uso anterior del suelo, demostraron que las diferencias encontradas no fueron por efecto del PSA si no por la intensidad del uso anterior del suelo. Lo que sugiere que las áreas fueron fuertemente compactadas y degradadas anteriormente.

## 5.2 |Composición florística

Las especies pioneras *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora* y *Lonchocarpus parviflorus* no solo fueron las de mayor abundancia, dominancia y frecuencia para todos los tratamientos de bosques con y sin PSA, sino también fueron las de mayor importancia ecológica (IVI) para la categoría de fustales. Las diferencias encontradas en la composición de especies entre los distintos tratamientos de bosque para las categorías de vegetación latizales y brinzales podrían estar asociadas a las dificultades para identificar a estas especies en estas categorías de vegetación y a las intervenciones del ganado en ciertas áreas de bosque en proceso de restauración.

La presencia de la especie *Guazuma ulmifolia*, especie pionera típica en la zona, esta asociada a áreas de bosques que son regeneradas en pastizales (Spittler 2001); es usada como alimento por el ganado, lo que sugiere que el uso anterior de los bosques puede estar relacionado al uso ganadero, los mismos que podrían ser los principales dispersores de semilla. Por su parte la especie *Cordia alliodora*, una de las especies de mayor abundancia y además de importancia comercial maderable al igual que otras especies, incorpora un incentivo económico a futuro para los propietarios de bosque a partir de la venta de madera.

## 5.3 Riqueza y diversidad arbórea

El número o riqueza de especies de una área es la medida más frecuente (no la única) utilizada para evaluar la recuperación de la biodiversidad en un sitio (Finegan 1997). Las curvas de acumulación de especies graficadas para los bosques con y sin PSA en este estudio mostraron un incremento en el número de especies a medida que el área de muestreo aumentó en ambos tipos de bosque, lo que es muy común en bosques de gran riqueza como los bosques húmedos tropicales (Delgado, *et ál.* 1997). Lo anterior sugiere que son bosques en proceso de evolución hacia bosques sucesionales maduros. No se aprecian diferencias significativas en cuanto al número de especies contenidas por tipo de bosque.

## 5.4 Cantidad De Carbono almacenado

A pesar que las diferencias encontradas por efecto del PSA no resultaron significativos por tratamiento ( $p>0.05$ ), se observó un incremento gradual en la cantidad de carbono en función a la edad.

## 5.5 Estructura composición y diversidad de aves

Las aves, al igual que los mamíferos terrestres, constituyen por si sólo un importante elemento de la la biodiversidad de un bosque. La importancia de las aves es reconocida ampliamente por el mantenimiento de funciones ecológicas claves dentro del ecosistema forestal como la diseminación de semillas, y en menor medida la polinización. Alrededor de un 40 a 50 % de las especies arbóreas en los bosques húmedos tropicales tienen semillas dispersadas principal o exclusivamente por aves (Finegan,

2004; Spittler 2001). Para el estudio se encontró que el 48% del total de las especies de aves encontradas para los tratamientos evaluados son especies frugívoras, que podrían estar contribuyendo a la dispersión de semillas de las especies vegetales.

Por otro lado el 50 % de la especies vegetales encontradas son diseminadas por vertebrados, lo que permite pensar que habría mucha relación entre la presencia de aves y la colonización de ciertas especies vegetales de los bosques secundarios de la zona.

### **5.6 Beneficios del PSA**

Los resultados revelaron que 93% de los propietarios de bosque que perciben PSA mencionaron que el principal beneficio es el económico, generado por el PSA de su bosques, mientras que sólo el 7 % de los dueños de bosque sin aplicación del PSA considera que la restauración le genera algún beneficio económico. Por otro lado sólo el 7 % de los propietarios de bosque con PSA mencionó beneficios ambientales, en tanto que 12% de los encuestados sin PSA opinaron que los beneficios que percibe el dueño conjuntamente con la sociedad por la restauración de los bosques son beneficios ambientales, lo que demuestra que los beneficios de los bosques secundarios están siendo valorados por los ingresos que perciben los propietarios por sus bosques.

Estos resultados encontrados para los tratamientos de bosques con y sin PSA podrían estar influenciados por las características de baja accesibilidad a la zona de estudio, es decir, la poca influencia del humano a las fincas resulta en poca presión por cacería e intervenciones de deforestación y riesgos de incendio sobre todas las áreas de la zona, lo que favorece los procesos de restauración, a pesar de recibir o no el PSA.

De acuerdo a la información obtenida de los mismos propietarios y algunos registros realizados durante las evaluaciones en campo, independientemente de la aplicación del PSA, los procesos de restauración de la zona han sido el resultado del abandono progresivo de la actividad ganadera, sin la aplicación de ningún plan de manejo o tratamientos silviculturales que pudieran favorecer la regeneración de especies de plantas. Por lo tanto, la falta de diferencias entre los tratamientos de bosques con y sin PSA podría obedecer a que independientemente de la aplicación de los PSA los bosques de la zona se encuentran bajo las mismas condiciones de uso y protección como manifestaron los propietarios en las entrevistas.

## VI. CONCLUSIONES

- Los bosques con y sin PSA presentan el mismo número de individuos y de área basal.
- los análisis realizados tomando como factores principales el PSA y la intensidad de uso anterior del suelo, mostraron que las diferencias encontradas para la altura promedio de los árboles está asociada a la intensidad del uso anterior del suelo y no al no a la aplicación del PSA
- La diversidad florística, medida a través de los índices de Fisher, Shannon y Simpson, fue estadísticamente similar entre bosques con y sin PSA y para diferentes edades de desarrollo. La composición de los bosques fue también muy similar.
- No se encontraron efectos del PSA en cuanto a la cantidad de carbono almacenado en los bosques para ninguno de los tratamientos; sin embargo existe una tendencia hacia el incremento en la cantidad de carbono almacenado en las plantas en función al aumento de la edad de los bosques.
- Al igual que para la vegetación, no se establecieron diferencias significativas para la composición, riqueza y diversidad de aves entre los tratamientos de bosque con y sin PSA. La mayor parte de las especies de aves encontradas son frugívoras que podrían estar contribuyendo en la diseminación de semillas de las especies vegetales que se regeneran en estos bosques.
- El estudio encontró que los beneficios económicos y ambientales percibidos por los propietarios de bosques difiere en función de la aplicación del PSA. Los propietarios de bosques con y sin PSA, identifican dos tipos de beneficios que perciben por la restauración de los bosques secundarios: los beneficios económicos para los dueños y los benéficos ambientales para el bosque y la sociedad.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Camacho, Ma; Segura, O; Reyes, V; Aguilar, A. 2000. Pago por servicios ambientales en Costa Rica. Informe preparado para en el marco del proyecto PRISMA-Fundación Ford “Pago por Servicios Ambientales en América Latina”. 78 p.
- Campos, JJ; Finegan, B; Villalobos, R. 2001. Manejo Diversificado de Bosques: Aprovechamiento de Bienes y Servicios de la biodiversidad del bosque neotropical. Revista Forestal Centroamericana N° 36. Pg.6-13.
- Campos, JJ; Ortiz, R; Smith, J; Maldonado U, T; Camino, T de. 2002. Almacenamiento de Carbono y Conservación de Biodiversidad por Medio de Actividades Forestales en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Serie Técnica N° 314. Colección Manejo diversificado de Bosque Naturales, CATIE. Turrialba, CR.
- Castro, K; Gonzales, JA; Mata, AV; Villareal, J. 2001. Evaluación ecológica rápida en el corredor biológico Hojancha-Nandayure, Guanacaste, Costa Rica. Informe de Consultoría. San José de Costa Rica. *Sin publica*.
- CATIE. (SerieTécnica. Manuel Técnico N° 50. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- Contreras, F; Leño, C; Licon, JC; Dauber, E; Gunnar, L; Hager, N; Caba, C. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Proyecto de manejo forestal sostenible (BOLFOR), Programa de Desarrollo Forestal Industrial (PROMABOSQUE). 59 p.
- Cuberos, D; Soudre, M. 2004 Estudio de reconocimiento de los suelos del ex-asentamiento San Roque, Hojancha, Reporte para línea base de tesis de postgrado CATIE. Turrialba. 20 p. *sin publicar*.
- Cuberos, D; Soudre, M. 2004. Estudio de Reconocimiento de los suelos del ex-asentamiento San Roque. Reporte de línea de base para una tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 20p. *Sin publicar*.
- Curtis, J; Macintosh, R. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology 31: 434-450.
- Dawkins, HC; Field, DRB. 1978. A long – term surveillance system for British woodland Vegetation. Department of Forestry Oxford University, Oxford.
- Delgado, D; Finegan, B; Zamora, N; Meier, P. 1997. Efectos del Aprovechamiento Forestal y el Tratamiento Silvicultural en un Bosque Húmedo del Noreste de Costa Rica: Cambios en la riqueza y composición de la vegetación. Colección Manejo Diversificado de Bosques naturales N° 12. Serie Técnica, Informe técnico n° 298, CATIE, Turrialba; Costa Rica. 43p.
- EMBRAPA- CPTU; UCA; UNALM; CATIE; CIFOR. 1999. Investigación y validación de opciones de manejo del bosque secundario en el trópico húmedo de América Latina. 54 p.

- Ferreira, CM. 2001. Almacenamiento de Carbono en Bosques Secundarios en el Municipio de San Carlos, Nicaragua. Tesis MSc. CATIE. Turrialba Costa Rica. 100 p.
- Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger, S. 2004. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: una guía para operadores forestales y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación. WWFCENTROAMERICA /PROARCA/ CATIE/ OSU. 116p.
- Finegan, B. 1992. El potencial del manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Trad. R Lujan. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE). Serie Técnica N° 5. 29 p.
- Finegan, B. 1997. Memorias del taller internacional sobre estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Bases Ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del Trópico Americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. Pucallpa, Perú. GTZ, CTA. 106- 109.
- FONAFIFO (2001). Pago de servicios ambientales en los territorios indígenas...documento preliminar.
- FONAFIFO, (2000). El Desarrollo del Sistema de Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica. MINAE, San José, Costa Rica.
- Fonseca, K. 1999. Restauración de la Cobertura Vegetal en la Reserva Forestal Monte Alto, Hojancha, Guanacaste. Tesis de grado. Heredia, Costa Rica. *Sin publicar*.
- Fuentes S, A. (2001). Programa de Monitoreo para Empresas Forestales: Por un Progreso Conciente. Programa de monitoreo Ambiental para Empresas Forestales. Corporación Nacional Forestal. Chile Forestal. N° 284: 11-17.
- Guariguata M, & G. Kattan. 2002. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago. Costa Rica. 690 p.
- Harston, G. 1991. Plantas. Pp 119-353. In Janzen, D (Ed). Historia Natural de Costa Rica. EUCR, San José. Costa Rica. Hojancha, Guanacaste. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Nacional, Heredia.
- Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Quinta reimpresión (IICA). San José. Costa Rica.
- INDECA. (Ingenieros de Centro América). 2004. Plan Regulador de Hojancha. Diagnostico y Pronostico Final. Tema Ambiental. Reporte de Consultoría para la Municipalidad del Cantón de Hojancha. 56p.
- InfoStat. 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

- Louman, B; Mejía, A; Núñez, L. 2002. Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central: Inventarios Especiales: Inventarios en bosques secundarios. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica, Manual técnico N° 50: 173- 179.
- Louman, B; Valerio, J; Jiménez, W. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Bases ecológicas.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton U.P., 179 pp.
- Méndez, D. 2001. Evaluación ecológica en el Corredor Biológico Hojanca-Nandayure (web.)
- Méndez, K; L. Vásquez. 1999. Restauración de la cobertura vegetal en la Reserva Forestal Monte Alto.
- Mendez, M. 2003 Biodiversidad de la reserva forestal Monte Alto. Reporte de inventario Biológico de la Reserva. Fundación Monte Alto, Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. 33p.
- Núñez, M. 2008. Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del río Zapotal, Hojanca, Costa Rica. Tesis MSc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 1993. Directrices de la OIMT para la conservación de la Diversidad Biológica de los Bosques Tropicales de producción. Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT)- Serie de desarrollo de políticas N° 5. 20 p.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de los Bosques Tropicales secundarios y degradados. Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) Serie de políticas Forestales N° 13. 86 p.
- Poorter, L; Boot, R; Hayashida, Y; Leigue, J; Pena, M; Zuidema, P. 2002. Estructura y dinámica de un bosque húmedo tropical en el norte de la amazonía Boliviana. PROMAB, Informe Técnico No 2. Riberalta Beni, Bolivia.
- Ralph, CJ; Geupel, GR.; Pyle, P; Martin, TE; DeSante, DF; Milá, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific South west Station, Forest Service, US Department of Agricultura. California E.U.A
- Rodríguez, J. 2002. Los servicios ambientales del Bosque: el ejemplo de Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana N° 37. 47-53.
- Rodríguez, JM; Sáenz, A. 2002. Pago por servicios ambientales en Costa Rica: Un instrumento financiero para aumentar la competitividad del sector forestal. Revista Forestal Centroamericana N° 37. 68-71.
- Rodríguez, O. 2002. Evaluación del potencial turístico de las aves como contribución al desarrollo sostenible de las comunidades de montañas en la zona de amortiguamiento del Parque

- nacional Tapanti Macizo de la Muerte, costa Rica. Tesis MSc. CATIE. Turrialba Costa Rica. 97 p.
- Salazar, M. 2004. Evaluación de la restauración del Paisaje en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Tesis MSc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 114p.
- SINAC. 2000. El Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica, Información general. Folleto PDF. Costa Rica. 4 p.
- Smith, J; Sabogal, C; Jong, W. Kaimowitz, D. 1997. Memorias del taller internacional y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario en América Tropical: Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y a conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Pucallpa, Perú; GTZ; Ministerio de Cooperación Técnica del Reino de los Países Bajos; Nacional Referente Center For Nature Management. 79- 106.
- Soudre, M. 2004a. Estudio de reconocimiento para la clasificación de tierras según capacidad de uso en el ex- asentamiento San Roque, Hojancha, Costa Rica. Reporte de línea de base para una tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 111 p.
- Spittler, P. 2001. Potencial de manejo de los bosques secundarios en la zona seca del noroeste de Costa Rica. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Programa de Apoyo Ecológico (TÖB). Eschborn, Alemania. 141 p.
- Stiles, F; Skutch, A. 2003. Guía de aves de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. *J.Ecology*. 75 :377-407.
- Wadsworth, F.H. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Washington, DC. Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA); CATIE; IUFRO. 563 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Formulario de entrevista a propietarios de fincas

#### Datos sobre el uso anterior de las fincas y la restauración de los bosques

Nombre del propietario: .....

Dirección:.....Teléfono: .....

Tamaño de la finca: ..... Localización:.....

#### Historia del Uso anterior

1. Cuantas hectáreas tiene la propiedad
2. Que usos dio a la finca anterior mente
3. Cual es el uso principal actualmente
4. cuantas hectáreas uso para la ganadería
5. Durante cuantos años trabajó la ganadería?
6. Ya existían los pastos cuando empezó con la actividad? (si no que había)
7. Cuantas cabezas de ganado mantuvo en los pastizales
8. Realizó algún tipo de manejo de pastizales? Si es si, que tipo?
9. Hacia rotación del ganado dentro de la finca. Cada cuanto tiempo?

#### Información sobre los la restauración de los bosques

10. Tiene charrales o tacotales regenerados en pastizales, cuantas hectáreas?
11. De que edad son los charrales o tacotales dentro de su finca?
12. Por que abandono los pastizales?
13. Ha desarrollado algunas actividades para favorecer el desarrollo de la vegetación dentro de su finca, cuales?
14. Cuales son los problemas que mas afectan la conservación del bosque secundario?
15. Realiza actividades de protección al bosque, cuales?
16. Que beneficio le brindan los bosque secundario?
17. Le generan algún ingreso económico estas áreas de bosque secundario?
18. Que cambios a generado el crecimiento del bosque secundario en la zona

**Anexo 2. Información sobre las áreas de bosque evaluadas**

<b>Propietario</b>	<b>Código</b>	<b>Edad</b>	<b>Edad</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Altitud</b>	<b>Exposición</b>	<b>Carga</b>
	<b>Finca</b>	<b>Abandono</b>	<b>PSA</b>					<b>animal</b>
<b>Antonio Arguedas</b>	AA-I	14	9	Sin<20	40.0	404	130	1.3
<b>Antonio Carrillo</b>	AC	20	0	con>20	40.0	281	190	0.2
<b>Bolivar Arguedas</b>	BA	14	3	Sin<20	38.0	220	205	0.0
<b>Carlos Gonzalez</b>	CG-I	21	6	con>20	50.7	352	230	1.0
<b>Carlos Gonzalez</b>	CG-II	18	7	Con<20	43.3	317	97	1.7
<b>Carlos Gonzalez</b>	CG-III	18	0	Con<20	55.0	312	120	0.6
<b>Carlos Gonzalez</b>	CG-IV	10	7	Con<20	56.3	342	37	18.8
<b>Dago Mora</b>	DM-I	32	0	Sin>20	26.7	400	317	0.0
<b>Dago Mora</b>	DM-II	9	0	Sin<20	61.0	342	276	1.4
<b>Eduardo Rojas</b>	ER	5	0	Sin<20	66.7	186	288	0.0
<b>Eresvida Arguedas</b>	EA	15	3	Sin<20	54.3	231	240	2.0
<b>Erlindo Gonzalez</b>	EG-I	18	0	Con<20	23.3	323	300	3.9
<b>Erlindo Gonzalez</b>	EG-II	15	7	Con<20	31.7	270	310	1.1
<b>Fabio Chacon</b>	FCH	5	0	Con<20	22.0	221	69	0.1
<b>Hermanos Arguedas</b>	HA	40	7	Sin>20	30.3	536	97	0.0
<b>Hermanos Campos</b>	HC-I	20	0	Sin>20	36.7	283	150	2.5
<b>Hermanos Campos</b>	HC-II	20	0	Sin>20	52.7	229	239	3.9
<b>Isac Gonzalez</b>	IG	20	6	con>20	46.7	384	340	3.5
<b>Isidro Anchia</b>	IA	23	0	Sin>20	45.0	304	238	0.4
<b>Jorge Quesada</b>	JQ-I	25	0	con>20	39.3	342	105	8.2
<b>Jorge Quesada</b>	JQ-II	17	7	Con<20	39.3	266	97	7.6
<b>Jorge Quesada</b>	JQ-III	16	7	Con<20	44.0	258	120	5.1
<b>Jose Rojas</b>	JR	7	0	Sin<20	30.7	297	142	0.9
<b>Juan Elizondo</b>	JE	10	0	Con<20	21.7	282	35	0.3
<b>Luis Anchia</b>	LA	25	0	Sin>20	45.3	400	80	1.8
<b>Rafael Montero</b>	RM	10	9	Sin<20	52.0	330	133	1.5
<b>Tulio Campos</b>	TC	31	6	con>20	21.7	299	273	0.8
<b>Victor Mora</b>	VM-I	23	7	Sin>20	11.0	447	195	1.4
<b>Victor Mora</b>	VM-II	10	6	Sin<20	48.7	355	283	2.5
<b>Willian Venegas</b>	WV-I	34	0	con>20	26.0	430	295	8.0

#### **Anexos 4. Formulario de encuestas a propietarios de fincas**

##### **Identificación de los beneficios PSA para los propietarios de fincas y la comunidad de la cuenca del río Zapotal, en Hojancha Costa Rica**

1. Tiene proyecto de conservación y protección de bosque (CPB) en su finca?
2. Cual es su actividad principal?
3. Que porcentaje de su área está dedicada su principal actividad?
4. Que opina del los proyectos de PSA
5. Como se enteró del PSA?
6. Por que optó por el PSA
7. En que año inició con el PSA
8. Cuantas hectáreas de su bosque están bajo PSA
9. Cual es la edad del bosque bajo PSA?
10. Cuanto colones recibe por año por el PSA?
11. Además del PSA que otros ingresos o beneficios le genera los Bosques secundarios?
12. Cuales considera que son los beneficios del PSA para usted?
13. Cuales son los beneficios del PSA para el bosque?
14. Que opinan sus vecinos del PSA?
15. Que actividades realiza para conservar o proteger el bosque?
16. Utiliza herbicida para limpieza de potreros actualmente
17. Son suficiente los recursos que provee el PSA para realizar estas actividades?
18. Recibe asistencia técnica o capacitación para proteger sus bosques, de quien?
19. Cambiaria el PSA por otra actividad en su finca, cual seria esa actividad?

**Anexo 5.-Lista de especies por abundancia de individuos para cada tratamiento de bosque**

N°	Bosques con PSA <20 años		N°	Bosques con PSA >20 años		N°	Bosques sin PSA <20 años		N°	Bosques sin PSA >20 años					
	Especie	N		%	Especie		N	%		Especie	N	%			
1	Guazuma ulmifolia	339	24,7	1	Lonchocarpus parviflori	310	30,1	1	Guazuma ulmifolia	469	28,1	1	Lonchocarpus parviflori	557	41,8
2	Cordia alliodora	257	18,8	2	Cordia alliodora	202	19,6	2	Lonchocarpus parviflori	378	22,6	2	Guazuma ulmifolia	115	8,6
3	Lonchocarpus parviflori	233	17,0	3	Guazuma ulmifolia	146	14,2	3	Cordia alliodora	317	19,0	3	Cordia alliodora	96	7,2
4	Lonchocarpus acuminat	86	6,3	4	Lonchocarpus acuminat	110	10,7	4	Desconocido	55	3,3	4	Desconocido	43	3,2
5	Eugenia salamensis	74	5,4	5	Desconocido	23	2,23	5	Lippia cardiostegia	44	2,6	5	Cordia panamensis	36	2,7
6	Cochlospermum vitifoli	60	4,4	6	Cochlospermum vitifoli	22	2,13	6	Margaritaria nobilis	43	2,6	6	Lasianthaea fruticosa..	35	2,6
7	Desconocido	36	2,6	7	Hamelia patens	16	1,55	7	Cochlospermum vitifoli	31	1,9	7	Lonchocarpus acuminat	31	2,3
8	Lippia cardiostegia	28	2,0	8	Lippia cardiostegia	16	1,55	8	Cecropia peltata	28	1,7	8	Lonchocarpus costaric..	29	2,2
9	Lonchocarpus phaseoli..	24	1,8	9	Pithecellobium hymena..	15	1,45	9	Bauhinia glabra	21	1,3	9	Eugenia salamensis	28	2,1
10	Trichilia martiana	20	1,5	10	Bauhinia glabra	14	1,36	10	Bombacopsis quinata	18	1,1	10	Ochroma pyramidale	28	2,1
11	Cassia grandis	16	1,2	11	Cordia panamensis	13	1,26	11	Vismia baccifera	17	1,0	11	Desconocido 6	26	2,0
12	Bauhinia glabra	15	1,1	12	Thouinidium decandrur	11	1,07	12	Pterocarpus michelian..	14	0,8	12	Schizolobium parahyba.	25	1,9
13	Schizolobium parahyba.	15	1,1	13	Trichilia martiana	11	1,07	13	Lonchocarpus acuminat	13	0,8	13	Cochlospermum vitifol..	20	1,5
14	Albizia adinocephala	14	1,0	14	Cedrela odorata	9	0,87	14	Cassia grandis	12	0,7	14	Diphysa americana	16	1,2
15	Lysiloma divaricatum	14	1,0	15	Lysiloma divaricatum	9	0,87	15	Eugenia salamensis	11	0,7	15	Aphelandra scabra	14	1,1
16	Hamelia patens	13	0,9	16	Bursera simaruba	7	0,68	16	Hamelia patens	11	0,7	16	Bursera simaruba	13	1,0
17	Lonchocarpus costaric..	13	0,9	17	Apeiba tibourbou	6	0,58	17	Machaerium kegelii	10	0,6	17	Machaerium kegelii	13	1,0
18	Bursera simaruba	11	0,8	18	Desconocido 6	6	0,58	18	Pithecellobium hymena..	10	0,6	18	Spondias purpurea	13	1,0
19	Enterolobium cyclocar..	7	0,5	19	Enterolobium cyclocar..	6	0,58	19	Spondias sp2	10	0,6	19	Pterocarpus michelian..	12	0,9
20	Margaritaria nobilis	7	0,5	20	Alvaradoa amorphoides.	5	0,48	20	Trichilia glabra	10	0,6	20	Gliricidia sepium	11	0,8
21	Psidium guajava	6	0,4	21	Machaerium acuminatu	5	0,48	21	Psidium guajava	9	0,5	21	Nectandra sp.	11	0,8
22	Trichilia glabra	6	0,4	22	Aphelandra scabra	4	0,39	22	Thouinidium decandrur	8	0,5	22	Dalbergia retusa	9	0,7
23	Aphelandra scabra	5	0,4	23	Eugenia salamensis	4	0,39	23	Acacia tenuifolia	7	0,4	23	Hamelia patens	9	0,7
24	Cordia panamensis	5	0,4	24	Lonchocarpus phaseoli..	4	0,39	24	Inga sp.	7	0,4	24	Enterolobium cyclocar..	8	0,6

N°	Bosques con PSA <20 años		N°	Bosques con PSA >20 años		N°	Bosques sin PSA <20 años		N°	Bosques sin PSA >20 años					
	Especie	N		%	Especie		N	%		Especie	N	%	Especie	N	%
25	Thouinidium decandrum	5	0,4	25	Schizolobium parahyba.	4	0,39	25	Lonchocarpus costaric..	7	0,4	25	Sapindus saponaria	8	0,6
26	Vismia baccifera	5	0,4	26	Senna papillosa	4	0,39	26	Lysiloma divaricatum	7	0,4	26	Gmelina arborea	7	0,5
27	Inga sp.	4	0,3	27	Tabebuia rosea	4	0,39	27	Schizolobium parahyba.	7	0,4	27	Tabebuia sp.	7	0,5
28	Sciadodendron excelsu..	4	0,3	28	Allophylus occidental..	3	0,29	28	Cordia panamensis	6	0,4	28	Acacia tenuifolia	6	0,5
29	Annona sp.	3	0,2	29	Hymenaea courbaril	3	0,29	29	Ceiba pentandra	5	0,3	29	Albizia adinocephala	6	0,5
30	Dalbergia retusa	3	0,2	30	Ocotea sp1	3	0,29	30	Enterolobium cyclocar..	5	0,3	30	Alvaradoa amorphoides.	6	0,5
31	Miconia sp.	3	0,2	31	Rehdera trinervis	3	0,29	31	Heteropterys obovata	5	0,3	31	Lysiloma divaricatum	6	0,5
32	Pithecellobium hymena..	3	0,2	32	Annona holosericea	2	0,19	32	Lonchocarpus phaseoli..	5	0,3	32	Bombacopsis quinata	5	0,4
33	Allophylus occidental..	2	0,1	33	Annona sp.	2	0,19	33	Tabebuia rosea	5	0,3	33	Cecropia peltata	5	0,4
34	Casearia corymbosa	2	0,1	34	Calliandra tergemina	2	0,19	34	Trichilia martiana	5	0,3	34	Lippia cardiostegia	5	0,4
35	Citrus aurantium	2	0,1	35	Citrus sp.	2	0,19	35	Annona holosericea	4	0,2	35	Trichilia martiana	5	0,4
36	Desconocido 11	2	0,1	36	Lonchocarpus costaric..	2	0,19	36	Bursera simaruba	4	0,2	36	Apeiba tibourbou	4	0,3
37	Diphysa americana	2	0,1	37	Psidium guajava	2	0,19	37	Diphysa americana	4	0,2	37	Lonchocarpus phaseoli..	4	0,3
38	Myrospermum frutescer	2	0,1	38	Sapium sp.	2	0,19	38	Gliricidia sepium	4	0,2	38	Senna hayesiana	4	0,3
39	Tabebuia ochracea	2	0,1	39	Vismia baccifera	2	0,19	39	Dichapetalum morenoi	3	0,2	39	Spondias mombin	4	0,3
40	Tabebuia rosea	2	0,1	40	Astronium graveolens	1	0,1	40	Inga sapindoides	3	0,2	40	Bernardia nicaraguens..	3	0,2
41	Tabebuia sp2	2	0,1	41	Carica sp.	1	0,1	41	Machaerium microphyll	3	0,2	41	Sapium sp.	3	0,2
42	Trichilia americana	2	0,1	42	Casearia corymbosa	1	0,1	42	Ocotea sp1	3	0,2	42	Stemmadenia obovata	3	0,2
43	Acacia tenuifolia	1	0,1	43	Cassia grandis	1	0,1	43	Alvaradoa amorphoides.	2	0,1	43	Tabebuia rosea	3	0,2
44	Apeiba tibourbou	1	0,1	44	Cecropia peltata	1	0,1	44	Cedrela odorata	2	0,1	44	Capparis frondosa	2	0,2
45	Bauhinia sp2	1	0,1	45	Crossopetalum sp.	1	0,1	45	Miconia sp.	2	0,1	45	Cassia grandis	2	0,2
46	Cecropia peltata	1	0,1	46	Dalbergia retusa	1	0,1	46	Sapium sp.	2	0,1	46	Cedrela odorata	2	0,2
47	Cordia sp1	1	0,1	47	Diphysa americana	1	0,1	47	Spondias mombin	2	0,1	47	Coccoloba sp2	2	0,2
48	Desconocido 6	1	0,1	48	Gmelina arborea	1	0,1	48	Tabebuia sp.	2	0,1	48	Myrciaria floribunda	2	0,2
49	Eugenia monticola	1	0,1	49	Inga sp.	1	0,1	49	Verbesina sp.	2	0,1	49	Ocotea sp1	2	0,2
50	Gmelina arborea	1	0,1	50	Pseudosamanea guachaj	1	0,1	50	Anacardium excelsum	1	0,1	50	Psidium guajava	2	0,2

N°	Bosques con PSA <20 años		N°	Bosques con PSA >20 años		N°	Bosques sin PSA <20 años		N°	Bosques sin PSA >20 años					
	Especie	N		%	Especie		N	%		Especie	N	%	Especie	N	%
51	Machaerium kegelii	1	0,1	51	Samanea saman	1	0,1	51	Aphelandra scabra	1	0,1	51	Sciadodendron excelsu..	2	0,2
52	Melanthera sp.	1	0,1	52	Sapium glandulosum	1	0,1	52	Astronium graveolens	1	0,1	52	Annona glabra	1	0,1
53	Myrciaria floribunda	1	0,1	53	Senna hayesiana	1	0,1	53	Casearia corymbosa	1	0,1	53	Astronium graveolens	1	0,1
54	Sapium glandulosum	1	0,1	54	Stachytarpheta frantz..	1	0,1	54	Coccoloba sp2	1	0,1	54	Bauhinia sp2	1	0,1
55	Sapium sp.	1	0,1	55	Trichilia americana	1	0,1	55	Cordia sp1	1	0,1	55	Celtis trinervia	1	0,1
56	Senna hayesiana	1	0,1	56	Vernonia patens	1	0,1	56	Diospyros salicifolia..	1	0,1	56	Citrus sp.	1	0,1
57	Spondias mombin	1	0,1			1031	100	57	Gmelina arborea	1	0,1	57	Coccoloba sp.	1	0,1
58	Spondias sp1	1	0,1					58	Lasianthaea fruticosa..	1	0,1	58	Diospyros salicifolia..	1	0,1
		1370	100					59	Morus celtidifolia	1	0,1	59	Hymenaea courbaril	1	0,1
								60	Nectandra sp.	1	0,1	60	Machaerium microphyll	1	0,1
								61	Ochroma pyramidale	1	0,1	61	Margaritaria nobilis	1	0,1
								62	Ocotea sp.	1	0,1	62	Maytenus reconcita	1	0,1
								63	Serjania sp.	1	0,1	63	Nectandra membranace	1	0,1
								64	Spondias purpurea	1	0,1	64	Ocotea veraguensis	1	0,1
								65	Tabebuia sp2	1	0,1	65	Piscidia carthagenens..	1	0,1
								66	Vernonia patens	1	0,1	66	Pseudobombax septenat	1	0,1
										1669	100	67	Rehdera trinervis	1	0,1
												68	Senna papillosa	1	0,1
												69	Sideroxylon capiri	1	0,1
												70	Tabebuia ochracea	1	0,1
												71	Tabebuia sp2	1	0,1
												72	Tabebuia sp3	1	0,1
												73	Tapirira myriantha	1	0,1
												74	Terminalia oblonga	1	0,1
												75	Trema micrantha	1	0,1
														1332	100

Anexos 4 Lista de Familias, número de géneros, especies e individuos por categoría de vegetación

no.	familia	Fustales			no.	FAMILIA	Latizales			no.	familia	Brinzales		
		Genero	especie	N			Genero	especie	N			Genero	especie	N
1	FABACEAE/PAP.	8	13	1919	1	FABACEAE/PAP.	8	15	800	1	FABACEAE/PAP.	6	12	813
2	BORAGINACEAE	1	3	934	2	BIGNONIACEAE	9	15	209	2	ASTERACEAE	9	10	126
3	FABACEAE/MIM.	9	10	143	3	ASTERACEAE	9	12	578	3	BIGNONIACEAE	7	10	48
4	ANACARDIACEAE	5	8	38	4	FABACEAE/MIM.	7	9	419	4	FABACEAE/CAES.	5	8	80
5	FABACEAE/CAES.	5	7	149	5	RUBIACEAE	7	9	410	5	FABACEAE/MIM.	6	7	290
6	BIGNONIACEAE	2	6	37	6	MALPIGHIACEAE	5	8	64	6	RUBIACEAE	6	7	221
7	LAURACEAE	2	5	23	7	FABACEAE/CAES.	4	7	229	7	VERBENACEAE	5	6	112
8	MYRTACEAE	3	4	140	8	APOCYNACEAE	6	7	129	8	BORAGINACEAE	2	5	104
9	VERBENACEAE	4	4	108	9	SAPINDACEAE	5	6	315	9	MYRTACEAE	3	5	82
10	MELIACEAE	2	4	73	10	MELIACEAE	2	6	315	10	MELIACEAE	2	5	81
11	EUPHORBIACEAE	3	4	64	11	BORAGINACEAE	2	5	226	11	APOCYNACEAE	5	5	47
12	BOMBACACEAE	4	4	58	12	MYRTACEAE	3	5	136	12	SAPINDACEAE	5	5	43
13	ASTERACEAE	4	4	41	13	VERBENACEAE	4	5	121	13	MALPIGHIACEAE	4	5	6
14	SAPINDACEAE	4	4	38	14	DIOSCOREACEAE	1	4	41	14	STERCULIACEAE	3	3	78
15	DESCONOCIDA	3	3	183	15	EUPHORBIACEAE	4	4	35	15	EUPHORBIACEAE	3	3	51
16	ANNONACEAE	1	3	12	16	COMBRETACEAE	2	4	33	16	PTERIDACEAE	1	3	27
17	RUTACEAE	1	2	5	17	MENISPERMACEAE	2	4	22	17	DIOSCOREACEAE	1	3	9
18	POLYGONACEAE	1	2	4	18	PTERIDACEAE	1	3	596	18	ANACARDIACEAE	2	3	7
19	ULMACEAE	2	2	2	19	STERCULIACEAE	3	3	65	19	FLACOURTIACEAE	2	2	24
20	CELASTRACEAE	2	2	2	20	ANACARDIACEAE	2	3	6	20	COMBRETACEAE	1	2	20
21	STERCULIACEAE	1	1	1069	21	DESCONOCIDO	2	2	1934	21	BOMBACACEAE	2	2	15
22	COCHLOSPERMACEAE	1	1	133	22	RHAMNACEAE	1	2	236	22	RHAMNACEAE	1	2	14
23	RUBIACEAE	1	1	49	23	TILIACEAE	2	2	158	23	LAURACEAE	2	2	13
24	CECROPIACEAE	1	1	35	24	PIPERACEAE	1	2	48	24	RUTACEAE	1	2	6
25	BURSERACEAE	1	1	35	25	ACANTHACEAE	1	2	45	25	ACANTHACEAE	2	2	5
26	CLUSIACEAE	1	1	24	26	FLACOURTIACEAE	2	2	43	26	SCHIZAEACEAE	1	1	132
27	ACANTHACEAE	1	1	24	27	CONNARACEAE	2	2	27	27	DESCONOCIDO	1	1	410
28	SIMAROUBACEAE	1	1	13	28	RUTACEAE	1	2	13	28	VITACEAE	1	1	61
29	TILIACEAE	1	1	11	29	LAURACEAE	2	2	12	29	POACEAE	1	1	32
30	ARALIACEAE	1	1	6	30	ASCLEPIADACEAE	2	2	11	30	BURSERACEAE	1	1	25
31	MELASTOMATACEAE	1	1	5	31	BOMBACACEAE	2	2	9	31	CLUSIACEAE	1	1	23
32	MALPIGHIACEAE	1	1	5	32	HIPPOCRATEACEAE	2	2	6	32	MALVACEAE	1	1	20
33	FLACOURTIACEAE	1	1	4	33	CONVOLVULACEAE	2	2	4	33	COMMELINACEAE	1	1	18



**Anexos 6. Lista de especies por Valor de Importancia Ecológica (IVI) para cada tratamiento en fustal**

N°	Bosques con PSA <20 años			Bosques con PSA >20 años			Bosques sin PSA <20 años			Bosques sin PSA >20 años		
	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%
1	Guazuma ulmifolia	66,8	10,5	Cordia alliodora	66,5	10,1	Guazuma ulmifolia	77,5	13,3	Lonchocarpus parviflorus	69,0	9,3
2	Cassia grandis	63,8	9,6	Lonchocarpus parviflorus	54,5	8,2	Cordia alliodora	54,1	9,3	Ochroma pyramidale	65,1	8,7
3	Cordia alliodora	51,6	7,8	Guazuma ulmifolia	51,9	7,9	Lonchocarpus parviflorus	48,4	8,3	Cordia panamensis	54,9	7,4
4	Lonchocarpus parviflorus	45,5	6,9	Trichilia martiana	32,3	4,9	Cecropia peltata	18,7	3,2	Guazuma ulmifolia	42,2	5,7
5	Eugenia salamensis	34,8	5,3	Bauhinia glabra	31,9	4,8	Acacia tenuifolia	15,6	2,7	Cordia alliodora	34,1	4,6
6	Lonchocarpus costaricensis	33,1	5,0	Lonchocarpus acuminatus	25,5	3,9	Lonchocarpus phaseolifolius	13,7	2,3	Schizolobium parahyba	31,8	4,3
7	Schizolobium parahyba	24,6	3,7	Desconocido	22,8	3,4	Spondias sp2	13,5	2,3	Desconocido 6	29,9	4,0
8	Lonchocarpus acuminatus	23,9	3,6	Desconocido 6	21,4	3,2	Schizolobium parahyba	13,5	2,3	Nectandra sp.	26,3	3,5
9	Cochlospermum vitifolium	23,2	3,5	Senna papillosa	21,0	3,2	Vismia baccifera	13,1	2,2	Gliricidia sepium	21,5	2,9
10	Lysiloma divaricatum	13,8	2,1	Cordia panamensis	17,3	2,6	Cochlospermum vitifolium	13,0	2,2	Lasianthaea fruticosa	21,0	2,8
11	Desconocido	13,2	2,0	Thouinidium decandrum	15,7	2,4	Pterocarpus michelianus	12,6	2,2	Lonchocarpus costaricensis	14,7	2,0
12	Lonchocarpus phaseolifolius	11,8	1,8	Cochlospermum vitifolium	14,2	2,1	Desconocido	12,1	2,1	Pterocarpus michelianus	12,1	1,6
13	Annona sp.	11,1	1,7	Lippia cardiostegia	13,4	2,0	Lippia cardiostegia	10,8	1,9	Acacia tenuifolia	11,9	1,6
14	Bauhinia glabra	10,7	1,6	Cedrela odorata	12,8	1,9	Margaritaria nobilis	10,7	1,8	Lonchocarpus acuminatus	11,8	1,6
15	Vismia baccifera	10,3	1,6	Tabebuia rosea	12,7	1,9	Trichilia martiana	10,6	1,8	Dalbergia retusa	11,2	1,5
16	Inga sp.	10,1	1,5	Sapium sp.	12,4	1,9	Psidium guajava	9,9	1,7	Desconocido	11,0	1,5
17	Trichilia martiana	9,9	1,5	Apeiba tibourbou	11,8	1,8	Cassia grandis	9,7	1,7	Spondias purpurea	10,7	1,4
18	Lippia cardiostegia	8,9	1,3	Schizolobium parahyba	11,8	1,8	Bauhinia glabra	9,5	1,6	Eugenia salamensis	10,3	1,4
19	Trichilia glabra	8,3	1,2	Lonchocarpus phaseolifolius	11,6	1,7	Lonchocarpus costaricensis	8,9	1,5	Trichilia martiana	9,8	1,3
20	Citrus aurantium	8,0	1,2	Lysiloma divaricatum	10,4	1,6	Trichilia glabra	8,7	1,5	Cochlospermum vitifolium	9,7	1,3
21	Albizia adinocephala	7,4	1,1	Hamelia patens	9,7	1,5	Bombacopsis quinata	8,5	1,4	Aphelandra scabra	9,6	1,3
22	Miconia sp.	7,0	1,1	Samanea saman	9,7	1,5	Machaerium kegelii	8,3	1,4	Gmelina arborea	9,5	1,3
23	Tabebuia ochracea	6,5	1,0	Pithecellobium hymenaeifolium	9,2	1,4	Enterolobium cyclocarpum	7,6	1,3	Sciadodendron excelsum	9,5	1,3
24	Dalbergia retusa	6,3	1,0	Eugenia salamensis	9,1	1,4	Inga sapindoides	7,0	1,2	Albizia adinocephala	9,2	1,2
25	Thouinidium decandrum	6,2	0,9	Machaerium acuminatum	9,0	1,4	Lysiloma divaricatum	6,9	1,2	Diphysa americana	9,2	1,2
26	Psidium guajava	5,9	0,9	Rehdera trinervis	8,9	1,3	Ochroma pyramidale	6,9	1,2	Sapindus saponaria	8,0	1,1
27	Sciadodendron excelsum	5,7	0,9	Psidium guajava	8,2	1,2	Machaerium microphyllum	6,9	1,2	Machaerium kegelii	7,5	1,0

Nº	Bosques con PSA <20 años			Bosques con PSA >20 años			Bosques sin PSA <20 años			Bosques sin PSA >20 años		
	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%
28	Bursera simaruba	5,6	0,9	Cassia grandis	7,9	1,2	Pithecellobium hymenaeifolium	6,6	1,1	Sapium sp.	7,4	1,0
29	Gmelina arborea	5,6	0,8	Citrus sp.	7,7	1,2	Heteropterys obovata	6,4	1,1	Apeiba tibourbou	7,0	0,9
30	Hamelia patens	5,5	0,8	Alvaradoa amorphoides	7,5	1,1	Lonchocarpus acuminatus	6,4	1,1	Tabebuia sp.	6,4	0,9
31	Enterolobium cyclocarpum	5,3	0,8	Enterolobium cyclocarpum	7,4	1,1	Thouinidium decandrum	6,1	1,1	Lysiloma divaricatum	6,1	0,8
32	Aphelandra scabra	5,2	0,8	Annona sp.	7,2	1,1	Gmelina arborea	6,1	1,0	Enterolobium cyclocarpum	5,9	0,8
33	Cordia sp1	4,9	0,7	Annona holosericea	5,9	0,9	Cordia panamensis	6,1	1,0	Lippia cardiostegia	5,8	0,8
34	Casearia corymbosa	4,8	0,7	Bursera simaruba	5,8	0,9	Inga sp.	5,9	1,0	Bursera simaruba	5,7	0,8
35	Cordia panamensis	4,4	0,7	Hymenaea courbaril	4,9	0,7	Hamelia patens	5,6	1,0	Spondias mombin	5,6	0,7
36	Diphysa americana	3,6	0,5	Allophylus occidentalis	4,4	0,7	Annona holosericea	4,7	0,8	Cedrela odorata	5,0	0,7
37	Pithecellobium hymenaeifolium	3,5	0,5	Aphelandra scabra	4,4	0,7	Diphysa americana	4,7	0,8	Alvaradoa amorphoides	4,5	0,6
38	Margaritaria nobilis	3,3	0,5	Gmelina arborea	4,1	0,6	Ceiba pentandra	4,5	0,8	Lonchocarpus phaseolifolium	4,4	0,6
39	Apeiba tibourbou	3,2	0,5	Senna hayesiana	3,8	0,6	Eugenia salamensis	4,5	0,8	Hamelia patens	4,4	0,6
40	Tabebuia sp2	3,2	0,5	Sapium glandulosum	3,8	0,6	Aphelandra scabra	4,3	0,7	Bernardia nicaraguensis	4,3	0,6
41	Allophylus occidentalis	3,1	0,5	Dalbergia retusa	3,8	0,6	Gliricidia sepium	4,3	0,7	Bombacopsis quinata	4,3	0,6
42	Trichilia americana	3,0	0,5	Calliandra tergemina	3,8	0,6	Dichapetalum morenoi	3,9	0,7	Coccoloba sp2	4,2	0,6
43	Desconocido 11	3,0	0,5	Casearia corymbosa	3,8	0,6	Tabebuia rosea	3,5	0,6	Cecropia peltata	4,2	0,6
44	Spondias mombin	3,0	0,5	Carica sp.	3,8	0,6	Casearia corymbosa	3,4	0,6	Senna hayesiana	4,1	0,6
45	Cecropia peltata	2,9	0,4	Inga sp.	3,8	0,6	Bursera simaruba	3,2	0,6	Capparis frondosa	3,9	0,5
46	Acacia tenuifolia	2,8	0,4	Vernonia patens	3,7	0,6	Serjania sp.	3,2	0,6	Tabebuia rosea	3,8	0,5
47	Myrospermum frutescens	2,7	0,4	Ocotea sp1	3,3	0,5	Ocotea sp1	3,2	0,6	Myrciaria floribunda	3,7	0,5
48	Sapium sp.	2,7	0,4	Vismia baccifera	3,2	0,5	Morus celtidifolia	3,2	0,6	Psidium guajava	3,5	0,5
49	Spondias sp1	2,7	0,4	Astronium graveolens	3,1	0,5	Cordia sp1	3,1	0,5	Coccoloba sp.	3,4	0,5
50	Bauhinia sp2	2,6	0,4	Diphysa americana	3,0	0,5	Nectandra sp.	3,1	0,5	Trema micrantha	3,4	0,5
51	Eugenia monticola	2,5	0,4	Lonchocarpus costaricensis	3,0	0,5	Ocotea sp.	3,0	0,5	Tabebuia sp2	3,2	0,4
52	Machaerium kegelii	2,5	0,4	Trichilia americana	2,9	0,4	Coccoloba sp2	3,0	0,5	Hymenaea courbaril	2,9	0,4
53	Melanthera sp.	2,5	0,4	Crossopetalum sp.	2,8	0,4	Miconia sp.	3,0	0,5	Machaerium microphyllum	2,9	0,4
54	Tabebuia rosea	2,5	0,4	Pseudosamanea guachapele	2,3	0,3	Sapium sp.	2,9	0,5	Stemmadenia obovata	2,9	0,4
55	Myrciaria floribunda	2,4	0,4	Cecropia peltata	2,3	0,3	Spondias purpurea	2,9	0,5	Tapirira myriantha	2,8	0,4
56	Desconocido 6	2,2	0,3	Stachytarpheta frantzii	2,3	0,3	Anacardium excelsum	2,9	0,5	Cassia grandis	2,8	0,4

Nº	Bosques con PSA <20 años			Bosques con PSA >20 años			Bosques sin PSA <20 años			Bosques sin PSA >20 años		
	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%	Especie	IVI	%
57	Sapium glandulosum	2,2	0,3		661	100	Alvaradoa amorphoides	2,7	0,5	Tabebuia ochracea	2,5	0,3
58	Senna hayesiana	2,2	0,3				Vernonia patens	2,6	0,4	Astronium graveolens	2,5	0,3
		634	95,9				Astronium graveolens	2,6	0,4	Terminalia oblonga	2,5	0,3
							Diospyros salicifolia	2,6	0,4	Senna papillosa	2,5	0,3
							Verbesina sp.	2,4	0,4	Pseudobombax septenatum	2,5	0,3
							Spondias mombin	2,3	0,4	Citrus sp.	2,5	0,3
							Tabebuia sp.	2,2	0,4	Piscidia carthagenensis	2,4	0,3
							Cedrela odorata	2,2	0,4	Maytenus recondita	2,4	0,3
							Tabebuia sp2	1,9	0,3	Ocotea veraguensis	2,4	0,3
							Lasianthaea fruticosa	1,7	0,3	Diospyros salicifolia	2,4	0,3
								584	100	Nectandra membranacea	2,3	0,3
										Annona glabra	2,3	0,3
										Bauhinia sp2	2,3	0,3
										Rehdera trinervis	2,3	0,3
										Celtis trinervia	2,2	0,3
										Sideroxylon capiri	2,2	0,3
										Ocotea sp1	2,2	0,3
										Tabebuia sp3	2,1	0,3
										Margaritaria nobilis	2,1	0,3
											745	100

**Anexos 7. Lista de Especies por abundancia de individuos para cada tratamiento de bosque para latizales**

N°	Bosques con PSA <20 años			Bosques con PSA >20 años			Bosques sin PSA <20 años			Bosques sin PSA >20 años		
	Especies	N	%									
1	Desconocido	493	15,2	Desconocido	469	25,3	Desconocido	418	18,5	Desconocido	554	30,2
2	Lonchocarpus parviflorus	217	6,7	Selaginella sp.	165	8,9	Lonchocarpus parviflo..	161	7,1	Hyparrhenia rufa	122	6,6
3	Calliandra tergemina	199	6,2	Salvia sp.	105	5,7	Salvia sp.	121	5,4	Melanthera sp.	81	4,4
4	Psychotria sp.	183	5,7	Lonchocarpus parviflorus	102	5,5	Adiantum sp. 2	109	4,8	Lonchocarpus parviflo..	61	3,3
5	Salvia sp.	166	5,1	Gouania polygama	82	4,4	Lygodium venustum	105	4,7	Salvia sp.	53	2,9
6	Adiantum sp. 2	164	5,1	Adiantum sp. 2	78	4,2	Attalea butyracea	86	3,8	Trichilia martiana	42	2,3
7	Trichilia americana	132	4,1	Lygodium venustum	51	2,8	Serjania goniocarpa	80	3,5	Selaginella sp.	38	2,1
8	Selaginella sp.	120	3,7	Rauvolfia tetraphylla..	48	2,6	Selaginella sp.	78	3,5	Triumfetta lappula	38	2,1
9	Serjania goniocarpa	100	3,1	Calliandra tergemina	42	2,3	Melanthera sp.	76	3,4	Miconia sp.	37	2,0
10	Lygodium venustum	74	2,3	Serjania goniocarpa	41	2,2	Psychotria horizontalis	68	3,0	Bauhinia sp2	36	2,0
11	Triumfetta lappula	68	2,1	Melanthera sp.	39	2,1	Gouania polygama	66	2,9	Lygodium venustum	36	2,0
12	Gouania polygama	66	2,0	Bauhinia sp2	37	2,0	Cydista sp.	55	2,4	Adiantum sp.	35	1,9
13	Hyparrhenia rufa	59	1,8	Psychotria sp.	35	1,9	Triumfetta lappula	49	2,2	Myrciaria floribunda	31	1,7
14	Melanthera nivea	59	1,8	Trichilia martiana	35	1,9	Bauhinia sp2	41	1,8	Calliandra tergemina	29	1,6
15	Melanthera sp.	55	1,7	Malvaviscus arboreus	30	1,6	Adiantum sp.	40	1,8	Piper yucatanense	28	1,5
16	Adiantum sp.	50	1,5	Adiantum sp.	29	1,6	Cordia alliodora	35	1,6	Barleria oenotheroide..	25	1,4
17	Trichilia martiana	50	1,5	Machaerium microphyll..	28	1,5	Machaerium acuminatum.	33	1,5	Lippia sp.	25	1,4
18	Tournefortia sp.	40	1,2	Acacia cornigera	25	1,3	Pithecellobium hymena..	31	1,4	Rhynchosia sp.	25	1,4
19	Lonchocarpus acuminat..	38	1,2	Lonchocarpus acuminat..	25	1,3	Calea sp.	25	1,1	Cordia alliodora	23	1,3
20	Cordia alliodora	37	1,1	Casearia corymbosa	24	1,3	Adiantum sp. 3	24	1,1	Begonia sp.	22	1,2
21	Malvaviscus arboreus	35	1,1	Banisteriopsis cernif..	22	1,2	Baccharis trinervis	23	1,0	Adiantum sp. 2	20	1,1
22	Allophylus occidentalis	30	0,9	Lippia sp.	19	1,0	Bursera simaruba	23	1,0	Vismia baccifera	19	1,0
23	Lippia sp.	30	0,9	Pithecellobium hymena..	18	1,0	Tournefortia sp.	23	1,0	Malvaviscus arboreus	18	1,0
24	Adiantum sp. 3	29	0,9	Anthurium sp.	16	0,9	Machaerium microphyll..	22	1,0	Onoseris sp 1.	18	1,0
25	Vismia baccifera	28	0,9	Bidens sp.	16	0,9	Onoseris sp 1.	22	1,0	Pithecellobium hymena..	17	0,9
26	Bidens sp.	27	0,8	Onoseris sp 1.	15	0,8	Vismia baccifera	22	1,0	Psychotria sp.	17	0,9
27	Bauhinia sp.	25	0,8	Bauhinia glabra	13	0,7	Lippia sp.	21	0,9	Serjania goniocarpa	17	0,9
28	Bursera simaruba	25	0,8	Cordia alliodora	13	0,7	Rauvolfia tetraphylla..	20	0,9	Machaerium acuminatum..	16	0,9
29	Cydista aequinoctiali..	25	0,8	Hyparrhenia rufa	13	0,7	Psychotria sp.	19	0,8	Bursera simaruba	15	0,8
30	Psidium guajava	23	0,7	Alvaradoa amorphoides..	11	0,6	Cissus sp.	15	0,7	Gouania polygama	15	0,8
31	Eugenia salamensis	22	0,7	Celtis trinervia	11	0,6	Myrciaria floribunda	15	0,7	Chomelia spinosa	14	0,8
32	Rauvolfia tetraphylla..	21	0,6	Rourea glabra	9	0,5	Banisteriopsis murica..	14	0,6	Cydista sp.	14	0,8

N°	Bosques con PSA <20 años		Bosques con PSA >20 años		Bosques sin PSA <20 años		Bosques sin PSA >20 años					
	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%			
33	Guazuma ulmifolia	20	0,6	Tournefortia sp.	9	0,5	Bidens sp.	14	0,6	Calea sp.	13	0,7
34	Bauhinia sp2	18	0,6	Trixis inula	8	0,4	Malvaviscus arboreus	14	0,6	Margaritaria nobilis	13	0,7
35	Plumeria rubra	18	0,6	Adiantum sp. 3	7	0,4	Dioscorea sp.	13	0,6	Tournefortia sp.	12	0,7
36	Arrabidaea patellifer..	17	0,5	Ardisia sp.	7	0,4	Melanthera nivea	13	0,6	Acacia tenuifolia	11	0,6
37	Barleria oenotheroide..	17	0,5	Attalea butyracea	7	0,4	Cordia sp1.	12	0,5	Adiantum sp. 3	11	0,6
38	Myrciaria floribunda	17	0,5	Citrus sp.	7	0,4	Margaritaria nobilis	12	0,5	Lonchocarpus acuminat..	11	0,6
39	Pithecellobium hymena..	17	0,5	Cydista sp.	7	0,4	Cydista aequinoctiali..	11	0,5	Bidens sp.	9	0,5
40	Trichilia trifolia	17	0,5	Guazuma ulmifolia	7	0,4	Heliconia sp.	11	0,5	Eugenia salamensis	8	0,4
41	Serjania sp.	16	0,5	Petrea volubilis	7	0,4	Hamelia patens	10	0,4	Gonolobus edulis	8	0,4
42	Cassia grandis	15	0,5	Baccharis trinervis	6	0,3	Randia aculeata	9	0,4	Ocotea sp.	8	0,4
43	Machaerium microphyll..	15	0,5	Citrus sp1.	6	0,3	Rauvolfia sp.	9	0,4	Securidaca sp.	8	0,4
44	Ceratophytum tetragon..	14	0,4	Eugenia salamensis	6	0,3	Senna sp.	9	0,4	Trichilia trifolia	8	0,4
45	Dioscorea sp.	14	0,4	Vernonia patens	6	0,3	Trichilia trifolia	8	0,4	Baccharis trinervis	7	0,4
46	Hamelia patens	14	0,4	Randia aculeata	5	0,3	Byttneria aculeata	7	0,3	Byttneria aculeata	7	0,4
47	Thouinidium decandrum..	14	0,4	Bursera simaruba	4	0,2	Casearia corymbosa	7	0,3	Acacia cornigera	6	0,3
48	Anthurium sp.	12	0,4	Byttneria aculeata	4	0,2	Petrea volubilis	7	0,3	Anthurium sp.	6	0,3
49	Onoseris sp 1.	12	0,4	Hamelia patens	4	0,2	Acacia cornigera	5	0,2	Gliricidia sepium	6	0,3
50	Senna hayesiana	12	0,4	Machaerium biovulatum..	4	0,2	Ardisia sp.	5	0,2	Hamelia patens	6	0,3
51	Byttneria aculeata	11	0,3	Acacia tenuifolia	3	0,2	Bignonaceae Desconoci..	5	0,2	Myriocarpa longipes	6	0,3
52	Piper sp.	11	0,3	Cissus sp.	3	0,2	Ceratophytum tetragon..	5	0,2	Banisteriopsis murica..	5	0,3
53	Trichilia glabra	11	0,3	Combretum sp.	3	0,2	Combretum farinosum	5	0,2	Cissampelos pareira	5	0,3
54	Ardisia sp.	10	0,3	Cordia sp1.	3	0,2	Eugenia salamensis	5	0,2	Cordia sp1.	5	0,3
55	Baccharis trinervis	10	0,3	Hyperbaena sp.	3	0,2	Guazuma ulmifolia	5	0,2	Dioscorea sp.	5	0,3
56	Cissus sp.	10	0,3	Paullinia sp.	3	0,2	Lonchocarpus acuminat..	5	0,2	Machaerium kegelii	5	0,3
57	Securidaca sp.	10	0,3	Piper sp.	3	0,2	Rourea glabra	5	0,2	Machaerium microphyll..	5	0,3
58	Casearia corymbosa	9	0,3	Securidaca sp.	3	0,2	Rubiaceae1	5	0,2	Petrea volubilis	5	0,3
59	Melloa sp.	9	0,3	Spondias sp1	3	0,2	Senna hayesiana	5	0,2	Ardisia sp.	4	0,2
60	Cordia sp1.	8	0,2	Trichilia trifolia	3	0,2	Arrabidaea sp.	4	0,2	Ceratophytum tetragon..	4	0,2
61	Hyperbaena sp.	8	0,2	Combretum decandrum	2	0,1	Bauhinia sp.	4	0,2	Combretum decandrum	4	0,2
62	Rourea glabra	8	0,2	Mandevilla hirsuta	2	0,1	Cassia grandis	4	0,2	Macfadyena unguui-cat..	4	0,2
63	Bauhinia glabra	7	0,2	Psychotria horizontal..	2	0,1	Paullinia sp.	4	0,2	Randia aculeata	4	0,2
64	Combretum farinosum	7	0,2	Randia sp.	2	0,1	Vernonia patens	4	0,2	Arrabidaea patellifer..	3	0,2
65	Tabebuia sp.	7	0,2	Rhynchosia sp.	2	0,1	Ceiba pentandra	3	0,1	Combretum sp.	3	0,2
66	Banisteriopsis muricata	6	0,2	Thouinidium decandrum..	2	0,1	Combretum sp.	3	0,1	Cydista heterophylla	3	0,2
67	Miconia sp.	6	0,2	Triumfetta lappula	2	0,1	Dichapetalum morenoi	3	0,1	Laubertia edulis	3	0,2

N°	Bosques con PSA <20 años		Bosques con PSA >20 años		Bosques sin PSA <20 años		Bosques sin PSA >20 años					
	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%			
68	Psychotria horizontal..	6	0,2	Albizia adinocephala	1	0,1	Diospyros salicifolia..	3	0,1	Melochia sp.	3	0,2
69	Peltastes isthmicus	5	0,2	Apeiba tibourbou	1	0,1	Ocotea sp.	3	0,1	Piper sp.	3	0,2
70	Stigmaphyllon sp.	5	0,2	Barleria oenotheroide..	1	0,1	Piper sp.	3	0,1	Trixis inula	3	0,2
71	Acacia tenuifolia	4	0,1	Calea sp.	1	0,1	Pleonotoma variabilis..	3	0,1	Acalypha sp.	2	0,1
72	Dioscorea sp. 1	4	0,1	Cassia grandis	1	0,1	Trichilia sp.	3	0,1	Allophylus occidental..	2	0,1
73	Eugenia monticola	4	0,1	Cedrela odorata	1	0,1	Verbesina sp.	3	0,1	Arrabidaea sp.	2	0,1
74	Gouania sp.	4	0,1	Ceiba pentandra	1	0,1	Anacardium excelsum	2	0,1	Capparis baduca	2	0,1
75	Margaritaria nobilis	4	0,1	Cestrum gracile	1	0,1	Barleria sp.	2	0,1	Casearia corymbosa	2	0,1
76	Onoseris sp. 2.	4	0,1	Cissampelos pareira	1	0,1	Cnestidium rufescens	2	0,1	Gmelina arborea	2	0,1
77	Randia aculeata	4	0,1	Cnestidium rufescens	1	0,1	Cydista heterophylla	2	0,1	Heliconia sp.	2	0,1
78	Cochlospermum vitifolium	3	0,1	Cordia linnei	1	0,1	Hyparrhenia rufa	2	0,1	Hippocratea volubilis..	2	0,1
79	Cordia panamensis	3	0,1	Cordia panamensis	1	0,1	Melloa quadrivalvis	2	0,1	Hiraea reclinata	2	0,1
80	Petrea volubilis	3	0,1	Dioscorea sp.	1	0,1	Psidium guajava	2	0,1	Pithecellobium sp.	2	0,1
81	Rhynchosia minima	3	0,1	Eugenia hiraefolia	1	0,1	Stigmaphyllon retusum..	2	0,1	Pleonotoma variabilis..	2	0,1
82	Terminalia oblonga	3	0,1	Gouania sp.	1	0,1	Stigmaphyllon sp.	2	0,1	Tetrapteryx sp.	2	0,1
83	Trixis inula	3	0,1	Heliconia sp.	1	0,1	Tabebuia sp.	2	0,1	Annona sp.	1	0,1
84	Acacia cornigera	2	0,1	Ipomoea sp.	1	0,1	Thouinidium decandrum..	2	0,1	Bernardia nicaraguens..	1	0,1
85	Acalypha sp.	2	0,1	Lacistema aggregatum	1	0,1	Acacia tenuifolia	1	0,0	Bombacopsis quinata	1	0,1
86	Capparis baduca	2	0,1	Lasianthaea fruticosa..	1	0,1	Allophylus occidental..	1	0,0	Ceiba pentandra	1	0,1
87	Cedrela odorata	2	0,1	Machaerium acuminatum..	1	0,1	Anthurium sp.	1	0,0	Cochlospermum vitifol..	1	0,1
88	Ceiba pentandra	2	0,1	Myrciaria floribunda	1	0,1	Aristolochia sp.	1	0,0	Combretum farinosum	1	0,1
89	Celtis trinervia	2	0,1	Phithecoctenium cruci..	1	0,1	Arrabidaea cf molliss..	1	0,0	Cordia linnei	1	0,1
90	Cissampelos sp.	2	0,1	Pithecellobium sp.	1	0,1	Bauhinia glabra	1	0,0	Cupania glabra	1	0,1
91	Cnestidium rufescens	2	0,1	Pseudosamanea guachap..	1	0,1	Calliandra tergemina	1	0,0	Dioscorea sessilifoli..	1	0,1
92	Combretum sp.	2	0,1	Rehdera trinervis	1	0,1	Clematis sp.	1	0,0	Diospyros salicifolia..	1	0,1
93	Cydista heterophylla	2	0,1	Semialarium mexicanum..	1	0,1	Dioscorea sp. 2	1	0,0	Gouania sp.	1	0,1
94	Cydista sp.	2	0,1	Serjania sp.	1	0,1	Gonolobus edulis	1	0,0	Guazuma ulmifolia	1	0,1
95	Dioscorea sp. 2	2	0,1	Smilax sp.	1	0,1	Gouania sp.	1	0,0	Guettarda macrosperma..	1	0,1
96	Godmania aesculifolia..	2	0,1	Spondias mombin	1	0,1	Havardia platyloba	1	0,0	Hyperbaena tonduzii	1	0,1
97	Machaerium kegelii	2	0,1	Trichilia americana	1	0,1	Heteropterys obovata	1	0,0	Lasianthaea fruticosa..	1	0,1
98	Merremia sp.	2	0,1	Vismia baccifera	1	0,1	Hippocratea volubilis..	1	0,0	Lonchocarpus costaric..	1	0,1
99	Rhynchosia sp.	2	0,1		1852	100	Hyperbaena sp.	1	0,0	Macfadyena sp.	1	0,1
100	Sciadodendron excelsu..	2	0,1				Lonchocarpus costaric..	1	0,0	Machaerium biovulatum..	1	0,1
101	Semialarium mexicanum..	2	0,1				Lonchocarpus sp.	1	0,0	Merremia sp.	1	0,1
102	Vernonia patens	2	0,1				Machaerium biovulatum..	1	0,0	Mesechites trifida	1	0,1

N°	Bosques con PSA <20 años		Bosques con PSA >20 años		Bosques sin PSA <20 años		Bosques sin PSA >20 años			
	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%	
103	Albizia adinocephala	1	0,0					Nectandra sp.	1	0,1
104	Attalea butyracea	1	0,0					Nissolia sp.	1	0,1
105	Banisteriopsis sp.	1	0,0					Paullinia sp.	1	0,1
106	Blepharodon mucronatu..	1	0,0					Piscidia carthagenens..	1	0,1
107	Bombacopsis quinata	1	0,0					Psidium guajava	1	0,1
108	Centrosema sp.	1	0,0					Rauvolfia tetraphylla..	1	0,1
109	Dalechampia sp.	1	0,0					Schizolobium parahyba..	1	0,1
110	Diospyros salicifolia..	1	0,0					Solanum hazenii	1	0,1
111	Divaricatum lysiloma	1	0,0					Stigmaphyllon sp.	1	0,1
112	Enterolobium cyclocarpun	1	0,0					Trichilia glabra	1	0,1
113	Gonolobus edulis	1	0,0					Vernonia patens	1	0,1
114	Guettarda macrosperma..	1	0,0						1836	100
115	Heliconia sp.	1	0,0							
116	Hyperbaena tonduzii	1	0,0							
117	Lonchocarpus sp.	1	0,0							
118	Machaerium acuminatum.	1	0,0							
119	Sloanea petenensis	1	0,0							
120	Triplaris melanodendr..	1	0,0							
		3235	100			2257	100			

Anexos 8. Lista de especies por abundancia de individuos para cada tratamiento de bosque para brinzales

N°	Bosques con PSA <20 años			Bosques con PSA >20 años			Bosques sin PSA <20 años			Bosques sin PSA >20 años		
	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%
1	Lonchocarpus parviflo..	187	19,0	Desconocido	69	14,1	Lonchocarpus parviflo..	147	18,2	Piscidia carthagenens..	147	17,0
2	Desconocido	112	11,4	Lonchocarpus parviflo..	68	13,8	Desconocido	106	13,1	Desconocido	123	14,2
3	Calliandra tergemina	72	7,3	Calliandra tergemina	51	10,4	Lygodium venustum	74	9,1	Lonchocarpus parviflo..	69	8,0
4	Lippia sp.	59	6,0	Rauvolfia tetraphylla..	29	5,9	Hamelia patens	51	6,3	Chomelia spinosa	32	3,7
5	Lonchocarpus acuminat..	48	4,9	Lonchocarpus acuminat..	24	4,9	Pithecellobium hymena..	42	5,2	Hyparrhenia rufa	32	3,7
6	Hamelia patens	45	4,6	Pithecellobium hymena..	21	4,3	Cissus sp.	33	4,1	Pithecellobium hymena..	32	3,7
7	Lygodium venustum	29	2,9	Cordia alliodora	20	4,1	Guazuma ulmifolia	29	3,6	Lonchocarpus acuminat..	23	2,7
8	Cordia alliodora	28	2,8	Hamelia patens	17	3,5	Melanthera sp.	26	3,2	Margaritaria nobilis	22	2,5
9	Pithecellobium hymena..	27	2,7	Lygodium venustum	16	3,3	Cordia alliodora	23	2,8	Machaerium microphyll..	21	2,4
10	Guazuma ulmifolia	23	2,3	Lippia sp.	15	3,1	Margaritaria nobilis	20	2,5	Melanthera sp.	21	2,4
11	Cissus sp.	21	2,1	Randia aculeata	14	2,9	Bauhinia sp2	17	2,1	Bauhinia sp2	19	2,2
12	Randia aculeata	18	1,8	Guazuma ulmifolia	11	2,2	Heliconia sp.	15	1,9	Dichorisandra hexandr..	18	2,1
13	Casearia corymbosa	15	1,5	Serjania goniocarpa	8	1,6	Machaerium acuminatum..	15	1,9	Lasianthaea fruticosa..	18	2,1
14	Myrciaria floribunda	15	1,5	Bauhinia sp2	7	1,4	Randia aculeata	14	1,7	Calliandra tergemina	16	1,9
15	Psidium guajava	14	1,4	Machaerium microphyll..	7	1,4	Cydista sp.	12	1,5	Myrciaria floribunda	14	1,6
16	Adiantum sp. 2	13	1,3	Onoseris sp 1.	7	1,4	Cordia spl.	10	1,2	Trichilia martiana	14	1,6
17	Salvia sp.	12	1,2	Acacia cornigera	5	1,0	Bauhinia glabra	9	1,1	Lygodium venustum	13	1,5
18	Cedrela odorata	11	1,1	Bursera simaruba	5	1,0	Lonchocarpus acuminat..	9	1,1	Hamelia patens	12	1,4
19	Trichilia americana	11	1,1	Casearia corymbosa	5	1,0	Selaginella sp.	9	1,1	Lippia sp.	11	1,3
20	Trichilia glabra	11	1,1	Attalea butyracea	4	0,8	Eugenia salamensis	8	1,0	Trichilia trifolia	11	1,3
21	Serjania goniocarpa	10	1,0	Bidens sp.	4	0,8	Lippia sp.	8	1,0	Bursera simaruba	10	1,2
22	Combretum sp.	9	0,9	Bombacopsis quinata	4	0,8	Serjania goniocarpa	7	0,9	Arrabidaea patellifer..	8	0,9
23	Piper sp.	9	0,9	Cissus sp.	4	0,8	Vismia baccifera	7	0,9	Guazuma ulmifolia	8	0,9
24	Vismia baccifera	9	0,9	Malvaviscus arboreus	4	0,8	Machaerium microphyll..	6	0,7	Machaerium acuminatum..	8	0,9
25	Bursera simaruba	8	0,8	Rehdera trinervis	4	0,8	Onoseris sp 1.	6	0,7	Phithecoctenium cruci..	8	0,9
26	Eugenia salamensis	8	0,8	Thouinidium decandrum..	4	0,8	Petrea sp.	6	0,7	Malvaviscus arboreus	7	0,8
27	Trichilia trifolia	8	0,8	Trichilia martiana	4	0,8	Diospyros salicifolia..	5	0,6	Caesalpinia eriostach..	6	0,7
28	Melanthera sp.	7	0,7	Adiantum sp. 2	3	0,6	Malvaviscus arboreus	5	0,6	Dioscorea sessilifoli..	6	0,7
29	Nectandra sp.	7	0,7	Citrus sp.	3	0,6	Vernonia patens	5	0,6	Randia aculeata	6	0,7
30	Tournefortia sp.	7	0,7	Citrus sp1.	3	0,6	Acacia tenuifolia	4	0,5	Adiantum sp. 2	5	0,6
31	Bauhinia sp2	6	0,6	Eugenia hiraefolia	3	0,6	Byttneria aculeata	4	0,5	Eugenia salamensis	5	0,6
32	Cydista aequinoctiali..	6	0,6	Gouania polygama	3	0,6	Combretum sp.	4	0,5	Laubertia edulis	5	0,6

N°	Bosques con PSA <20 años		Bosques con PSA >20 años		Bosques sin PSA <20 años		Bosques sin PSA >20 años					
	Especies	N	%	Especies	N	%	Especies	N	%			
33	Machaerium microphyll..	6	0,6	Machaerium kegelii	3	0,6	Gouania polygama	4	0,5	Piper sp.	5	0,6
34	Rauvolfia tetraphylla..	6	0,6	Vismia baccifera	3	0,6	Lonchocarpus sp.	4	0,5	Pseudosamanea guachap..	5	0,6
35	Trixis inula	6	0,6	Ardisia sp.	2	0,4	Psidium guajava	4	0,5	Serjania goniocarpa	5	0,6
36	Bidens sp.	5	0,5	Bauhinia glabra	2	0,4	Sapranthus palanga	4	0,5	Adiantum sp.	4	0,5
37	Cydista sp.	4	0,4	Ceiba pentandra	2	0,4	Spondias sp2	4	0,5	Aphelandra scabra	4	0,5
38	Machaerium kegelii	4	0,4	Celtis trinervia	2	0,4	Trichilia trifolia	4	0,5	Cordia alliodora	4	0,5
39	Malvaviscus arboreus	4	0,4	Cordia linnei	2	0,4	Baccharis trinervis	3	0,4	Gouania sp.	4	0,5
40	Margaritaria nobilis	4	0,4	Eugenia salamensis	2	0,4	Bauhinia sp.	3	0,4	Machaerium biovulatum..	4	0,5
41	Senna hayesiana	4	0,4	Petrea volubilis	2	0,4	Melanthera nivea	3	0,4	Ocotea sp.	4	0,5
42	Arrabidaea patellifer..	3	0,3	Piper sp.	2	0,4	Myrciaria floribunda	3	0,4	Onoseris sp 1.	4	0,5
43	Cordia panamensis	3	0,3	Stachytarpheta frantz..	2	0,4	Tournefortia sp.	3	0,4	Psychotria horizontal..	4	0,5
44	Dalechampia sp.	3	0,3	Adiantum sp.	1	0,2	Bombacopsis quinata	2	0,2	Vismia baccifera	4	0,5
45	Eugenia monticola	3	0,3	Alvaradoa amorphoides..	1	0,2	Bursera simaruba	2	0,2	Acacia tenuifolia	3	0,3
46	Gouania polygama	3	0,3	Banisteriopsis cernif..	1	0,2	Ceiba pentandra	2	0,2	Allophylus occidental..	3	0,3
47	Petrea volubilis	3	0,3	Cecropia peltata	1	0,2	Ceratophytum tetragon..	2	0,2	Cissus sp.	3	0,3
48	Plumeria rubra	3	0,3	Cydista aequinoctiali..	1	0,2	Combretum farinosum	2	0,2	Combretum sp.	3	0,3
49	Thouinidium decandrum..	3	0,3	Cydista sp.	1	0,2	Miconia sp.	2	0,2	Cordia sp1.	3	0,3
50	Vernonia patens	3	0,3	Diphysa americana	1	0,2	Psychotria horizontal..	2	0,2	Cydista sp.	3	0,3
51	Xylosma sp.	3	0,3	Gonolobus sp.	1	0,2	Salvia sp.	2	0,2	Gyrocarpus jatophifol..	3	0,3
52	Bauhinia glabra	2	0,2	Hippocratea volubilis..	1	0,2	Arrabidaea sp.	1	0,1	Myriocarpa longipes	3	0,3
53	Bombacopsis quinata	2	0,2	Machaerium acuminatum.	1	0,2	Attalea butyracea	1	0,1	Securidaca sp.	3	0,3
54	Capparis baduca	2	0,2	Malpighia sp.	1	0,2	Casearia corymbosa	1	0,1	Banisteriopsis murica..	2	0,2
55	Cassia grandis	2	0,2	Mandevilla hirsuta	1	0,2	Cassia grandis	1	0,1	Calea sp.	2	0,2
56	Ceiba pentandra	2	0,2	Margaritaria nobilis	1	0,2	Cedrela odorata	1	0,1	Capparis baduca	2	0,2
57	Heliconia sp.	2	0,2	Nectandra sp.	1	0,2	Diphysa americana	1	0,1	Combretum farinosum	2	0,2
58	Machaerium biovulatum..	2	0,2	Phithecoctenium cruci..	1	0,2	Lonchocarpus costaric..	1	0,1	Gliricidia sepium	2	0,2
59	Miconia sp.	2	0,2	Pleonotoma sp.	1	0,2	Machaerium kegelii	1	0,1	Guettarda macrosperma..	2	0,2
60	Onoseris sp 1.	2	0,2	Pseudosamanea guachap..	1	0,2	Petrea volubilis	1	0,1	Hippotis sp.	2	0,2
61	Psychotria sp.	2	0,2	Psidium guajava	1	0,2	Piper sp.	1	0,1	Hyperbaena tonduzii	2	0,2
62	Spondias sp1	2	0,2	Rourea glabra	1	0,2	Rauvolfia tetraphylla..	1	0,1	Salvia sp.	2	0,2
63	Tabebuia sp.	2	0,2	Salvia sp.	1	0,2	Ruellia sp.	1	0,1	Baccharis trinervis	1	0,1
64	Trichilia martiana	2	0,2	Trichilia glabra	1	0,2	Sloanea terniflora	1	0,1	Bernardia nicaraguens..	1	0,1
65	Acacia tenuifolia	1	0,1		491	100	Stigmaphyllon sp.	1	0,1	Bidens sp.	1	0,1
66	Adiantum sp. 3	1	0,1				Thouinidium decandrum..	1	0,1	Bombacopsis quinata	1	0,1
67	Amphilophium panicula..	1	0,1				Trichilia americana	1	0,1	Byttneria aculeata	1	0,1



**Anexo 9. Las Diez familias de mayor abundancia para la tres categorías de vegetación**

Fustales			Latizales			Brinzales		
Familias	N	%	Familias	N	%	Familias	N	%
FABACEAE/PAP.	1919	35,5	FABACEAE/PAP.	800	8,7	FABACEAE/PAP.	813	25,8
STERCULIACEAE	1069	19,8	PTERIDACEAE	596	6,5	FABACEAE/MIM.	290	9,2
BORAGINACEAE	934	17,3	ASTERACEAE	578	6,3	RUBIACEAE	221	7,0
FABACEAE/CAES.	149	2,8	LAMIACEAE	445	4,8	SCHIZAEACEAE	132	4,2
FABACEAE/MIM.	143	2,6	FABACEAE/MIM.	419	4,6	ASTERACEAE	126	4,0
MYRTACEAE	140	2,6	RUBIACEAE	410	4,5	VERBENACEAE	112	3,6
COCHLOSPERMACEAE	133	2,5	SELAGINELLACEAE	401	4,4	BORAGINACEAE	104	3,3
VERBENACEAE	108	2,0	SAPINDACEAE	315	3,4	MYRTACEAE	82	2,6
MELIACEAE	73	1,4	MELIACEAE	315	3,4	MELIACEAE	81	2,6
EUPHORBIACEAE	64	1,2	SCHIZAEACEAE	266	2,9	FABACEAE/CAES.	80	2,5
Subtotales (10 familias)	4732	87,6	Subtotales (10 familias)	4545	49,5	Subtotales (10 familias)	2041	65
Otras (32 familias)	670	12,4	Otras (45 familias)	4635	50	Otras (45 familias)	1109	35
Totales (42 familias)	5402	100	Totales (65 familias)	9180	100	Totales (55 familias)	3150	100

**Anexo 10. Las Diez especies de mayor abundancia para la tres categorías de vegetación**

<b>Fustales</b>			<b>Latizales</b>			<b>Brinzales</b>		
<b>Especies</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>Especies</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>Especies</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Lonchocarpus parviflorus	1478	27,4	Lonchocarpus parviflorus	541	5,9	Lonchocarpus parviflorus	471	15,0
Guazuma ulmifolia	1069	19,8	Salvia sp.	445	4,8	Piscidia carthagenensis	147	4,7
Cordia alliodora	872	16,1	Selaginella sp.	401	4,4	Calliandra tergemina	139	4,4
Lonchocarpus acuminatus	240	4,4	Adiantum sp.2	371	4,0	Lygodium venustum	132	4,2
Cochlospermum vitifolium	133	2,5	Calliandratergemina	271	3,0	Hamelia patens	125	4,0
Eugenia salamensis	117	2,2	Lygodium venustum	266	2,9	Pithecellobium hymenaeifolium	122	3,9
Lippia cardiostegia	93	1,7	Psychotria sp.	254	2,8	Lonchocarpus acuminatus	104	3,3
Cordia panamensis	60	1,1	Melanthera sp.	251	2,7	Lippia sp.	93	3,0
Margaritaria nobilis	51	0,9	Serjania goniocarpa	238	2,6	Cordia alliodora	75	2,4
Schizolobium parahyba	51	0,9	Gouania polygama	229	2,5	Guazuma ulmifolia	71	2,3
Subtotales (10 especies)	4164	77,1	Subtotales (10 especies)	3267	35,6	Subtotales (10 especies)	1479	47,0
Otras (100 especies)	1238	22,9	Otras (179 especies)	5913	64,4	Otras (139 especies)	1671	53,0
Totales (110 especies)	5402	100,0	Totales (189 especies)	9180	100,0	Totales (149 especies)	3150	100,0