

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Forestal
Proyecto de Tesis

**Evaluación de la composición florística, estructura,
productividad y estado de conservación de bosques
secundarios y maduros del Corredor Biológico Osa,
Costa Rica**

Manuel Morales Salazar
marzo, 2010

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA, PRODUCTIVIDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES SECUNDARIOS Y MADUROS DEL CORREDOR BIOLÓGICO OSA, COSTA RICA	0
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
UBICACIÓN DE LOS BOSQUES TROPICALES EN EL MUNDO	5
COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	6
ESTRUCTURA HORIZONTAL DEL BOSQUE	7
ESTRUCTURA VERTICAL DEL BOSQUE.....	8
GREMIOS ECOLÓGICOS	8
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS EN LOS SITIOS DE MEDICIÓN	11
<i>Ubicación de los sitios de estudio.....</i>	<i>11</i>
<i>Clima y Vegetación.....</i>	<i>14</i>
<i>Suelos y topografía</i>	<i>15</i>
<i>Diseño del muestreo.....</i>	<i>15</i>
MEDICIÓN DE LOS ESPECÍMENES VEGETALES	16
<i>Muestreo diagnóstico para la evaluación de la productividad potencial de los tipos de bosque</i>	<i>17</i>
ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	20
<i>Familias dominantes, diversidad e intensidad de mezcla de los tipos de bosque</i>	<i>20</i>
<i>Comparación de la estructura horizontal.....</i>	<i>22</i>
<i>Gremios ecológicos y grupos comerciales por estadio de sucesión de bosque</i>	<i>22</i>
<i>Estructura vertical</i>	<i>22</i>
<i>Patrones de composición florística de las unidades de bosque</i>	<i>23</i>
<i>Estado de conservación de las especies.....</i>	<i>23</i>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD.....	24
<i>Familias de mayor importancia ecológica por estadio de sucesión</i>	<i>24</i>
<i>Intensidad de mezcla y diversidad de los tipos de bosque</i>	<i>28</i>
COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL	32
<i>Área basal, densidad y riqueza por estadio de sucesión.....</i>	<i>32</i>
<i>Gremios ecológicos y grupos comerciales por estadio de sucesión de bosque</i>	<i>38</i>
ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS TIPOS DE BOSQUE	46
PATRONES DE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS UNIDADES DE BOSQUE	50
RESULTADOS DEL MUESTREO DIAGNÓSTICO	57
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIES	62
CONCLUSIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	75

Introducción

Según FAO (2009), la región de América Latina y el Caribe contiene el 22% de la superficie forestal mundial, el 14% de la superficie de tierra global y el 7% de la población mundial; además posee el mayor bloque continuo de bosque pluvial tropical del mundo, como lo es el Amazonas. Sin embargo, entre los años 1990 y 2005, esta región perdió aproximadamente 64 millones de hectáreas, equivalente al 7% de cobertura forestal.

La pérdida de superficie forestal en los países de América Central ha disminuido en el periodo 2000 y 2005, sin embargo esta región todavía presenta la mayores tasas de deforestación en comparación con las otras subregiones del mundo, aproximadamente el 1% anual para este periodo (FAO, 2009).

Según Calvo *et al* (2007) y FAO (2009) Costa Rica ha logrado incrementar el porcentaje de territorio con cubierta forestal en los últimos años. Para 1997 tenía un 40,3% de territorio forestal, y ocurrió una deforestación aproximada del 10 % de la cobertura forestal presente en 1986/87, con una recuperación 7,8 % de la cobertura forestal de 1986/87. Para los años 2000 (Sánchez *et al*, 2002) y 2005 (Calvo y Sánchez, 2007) se tuvo un 45,4% y 48% respectivamente, sin contar manglares, plantaciones forestales y páramos. Este aumento de bosques es posible explicarlo por una baja en actividades del sector primario, como lo son diversas actividades agrícolas y pecuarias como la ganadería extensiva. Estudios económicos de Costa Rica realizados por Hidalgo (2003) y Altmann (1996), explican como la actividad pecuaria fue disminuyendo en el periodo de los ochentas y noventas del siglo anterior, principalmente por caída en la producción de carne de vacuno, producto de una baja en los precios, fuerte competencia internacional y endeudamiento del subsector. Por otro lado, Calvo y Sánchez (2007) explican como la región Chorotega ha experimentado en las últimos años un proceso de recuperación de cobertura forestal único en el país. Berti (2001) por su parte, estudia el estado de los bosques secundarios en la región Chorotega y Huetar Norte, mostrando que la mayoría de los bosques son de edades menores a 30 años, resultado del abandono de pastizales como respuesta a la crisis ganadera de los setentas y ochentas del

siglo anterior. Los aspectos anteriores, además de políticas para financiar la ordenación forestal y el pago de servicios ambientales (Barrantes, 2000; Moreno, 2005; FAO 2009) determinan el aumento de cobertura forestal en los últimos años, favoreciendo el establecimiento y regeneración de bosques secundarios.

Según el Centro Científico Tropical y (1991) y Segura *et al* (1997), valoran que en Costa Rica existen alrededor de 425 000 ha de bosques secundarios en distintas etapas de sucesión, equivalentes a dos veces el área que ocupan los bosques primarios disponibles para la producción de madera. Los bosques secundarios representan un enorme potencial para el desarrollo del sector forestal costarricense. Este potencial se deriva no solo de su abundancia, respecto a otros ecosistemas forestales, sino además de su conveniencia como proveedor de bienes y servicios ambientales para la sociedad (Berti, 2001).

Barrantes (2000) señala como los ecosistemas forestales brindan diferentes servicios ambientales para la sociedad: regulación de gases con efecto invernadero, servicio ambiental hídrico, belleza escénica y protección de la biodiversidad. Diversos estudios analizan como los bosques secundarios provén muchas de la funciones de los bosques naturales intervenidos y no intervenidos, además determinan similitudes y diferencias estructurales y de biodiversidad para flora y fauna. Se mencionan los trabajos de Chazdon y Coe (1999), Fedlmeir (1996), Guariguata *et al* (1997), Thren (1997), Ferreira *et al* (2002), de las Salas (1998), Finegan (1997), Noriega *et al* (2007), Finegan y Delgado (2000), entre otros.

La Península de Osa, Puntarenas, para el año 2000 fue unos de los mayores focos de deforestación en Costa Rica (Sánchez *et al*, 2002). Quesada *et al* (1997), describe que entre los años ochentas y noventas del siglo anterior, se intensificó la explotación forestal en esta zona, y esas áreas fueron convertidas en sitios ganaderos, campos agrícolas y plantaciones forestales. Sin embargo, la disminución en las actividades agropecuarias descritas por Hidalgo (2003) y Altmann (1996) y políticas de conservación de biodiversidad y ordenación

forestal (Barrantes, 2000; Moreno, 2005; FAO, 2009) se relacionan con establecimiento y regeneración de bosques secundarios en la zona.

Los bosques de la Península de Osa incluyen los remanentes de bosques naturales no intervenidos, similares a los protegidos en los Parques Nacionales Corcovado, Piedras Blancas, la Reserva Forestal Golfo Dulce, en proyectos privados de conservación y manejo forestal, así como bosques intervenidos y secundarios en distintos estadios de sucesión. Existen vacíos referente a la dinámica sucesional, composición, estructura, grado de fragmentación y conectividad de estos bosques (Chazdon y Vélchez, comunicación personal, 2009). Costa Rica junto con Papua Nueva Guinea, han iniciado bajo el marco de la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), negociaciones para establecer un mecanismo de reducción de emisiones de carbono derivadas de la deforestación y degradación de bosques en países en desarrollo (Laurance 2007). Achard (2005), señala que todavía existen vacíos de información respecto a políticas de manejo forestal sostenible, conservación y contenidos de carbono de bosques secundarios en distintos fases de sucesión.

Mediante el establecimiento y desarrollo del proyecto “Línea base de estudio de la biodiversidad, servicios ambientales y valores para la conservación de bosques secundarios y maduros en el Corredor Biológico Osa” propuesto por el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), se dará respuesta a los vacíos de información antes mencionados para Costa Rica. Las parcelas permanentes de monitoreo que se establecerán en el actual proyecto, proveerán información relacionada sobre biodiversidad y su tasa de cambio en el tiempo, regeneración y estructura (horizontal y vertical) de especies forestales, tasas de fijación de carbono y estado de conservación para los bosques. De esta forma se podrán formular diferentes estrategias de conservación, valoración de ecosistemas, conectividad de áreas, sistemas de aprovechamiento sostenibles, entre otros. Con los resultados y diferentes estrategias por definir, se probará la hipótesis de que los bosques secundarios de la Península de Osa, proveen muchas funciones de bosques naturales no intervenidos.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la composición florística, estructura, productividad y estado de conservación de especies vegetales mediante parcelas permanentes de monitoreo de bosques secundarios y maduros en el Corredor Biológico Osa.

Objetivos específicos

- Comparar la composición florística de los bosques tropicales de crecimiento secundario con las áreas vecinas de bosques maduros tropicales.
- Comparar la estructura horizontal de los bosques tropicales de crecimiento secundario con las áreas vecinas de bosques maduros tropicales.
- Comparar la estructura vertical de los bosques tropicales de crecimiento secundario con las áreas vecinas de bosques maduros tropicales.
- Comparar la productividad de los bosques tropicales de crecimiento secundario con las áreas vecinas de bosques maduros tropicales.
- Recopilar el estado de conservación de los bosques secundarios y maduros tropicales.
- Crear una línea-base de estudios de monitoreo de la diversidad de especies de árboles de bosques secundarios y maduros tropicales.

Revisión de literatura

Ubicación de los bosques tropicales en el mundo

Desde el punto de vista astronómico, los trópicos se encuentran delimitados entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, a 23° 27' latitud norte y sur respectivamente (Lamprecht, 1990). A partir de esto, se identifican en el mundo 4 regiones boscosas conformadas por diferentes formaciones florísticas y determinadas por el clima húmedo tropical: las formaciones boscosas de América, en América del Sur y Central, los bosques de África en África tropical, y por último los bosques de Indo – Malayan, comprendidos desde la India hasta

el sur de China y Nueva Guinea. Una cuarta formación pero mucho más pequeña que la anteriores se da al norte – este de Australia (Richards 1996).

En lo que respecta a estas formaciones, las variaciones de temperatura durante el día son mayores que las anuales, la duración del día y la noche presentan oscilaciones respectivamente pequeñas, los sistemas hídricos son muy variables y los suelos son relativamente pobres en cuanto a nutrientes (Lamprecht, 1990; Richards 1996). Estas variables además de otras determinan la enorme riqueza de especies, formas de vida e interacciones que se dan en los bosques húmedos tropicales, donde autores como Oldeman (1990), Richards (1996) y Lamprecht (1990) citados por lo Louman *et al* (2001), prefieren dar una caracterización del mismo antes de dar una definición teórica estricta.

Composición florística

Una de las principales características de los bosques húmedos tropicales es su alta diversidad de especies vegetales, tanto arbóreas como de otros componentes arbustivos y hierbas (Louman *et al* 2001). Sin embargo, Berry (2002) menciona como el conocimiento de la composición florística en la región neotropical sigue siendo extremadamente pobre, limitando la posibilidad de hacer generalizaciones de los bosques de bajura con propósitos científicos o de conservación.

Varios autores señalan que la riqueza de especies está en función de la distribución geográfica de los sitios, debido a los diferentes factores asociados. Señalando algunos factores, el gradiente de precipitación muestra una correlación positiva entre el número de especies y la precipitación anual. En lo que respecta al suelo, parece que la riqueza de especies es independiente de la calidad del mismo, atribuyendo más bien a un ciclo de nutrimentos que favorece las condiciones para el establecimiento y mantenimiento de las especies vegetales tropicales. En lo que respecta la altitud y latitud, existe una disminución de la diversidad florística en cuanto se aumenta en estas variables. Además se nombran factores biológicos y antropogénicos tales como los claros

dentro del bosque, equilibrios dinámicos, temperamento de las especies, silvicultura, disponibilidad de semillas, fragmentación, plagas y enfermedades, actividades humanas, estado de sucesión del bosque (Louman *et al* 2001; Asquit, 2001; Gentry, 1988 citado por Asquit, 2001; Nicotra *et al*, 1999; Clark & Clark, 1992).

De esta manera, se establecen diferencias florísticas entre bosques de crecimiento secundario de diferentes edades, y diferencias aún mayormente marcadas entre bosques secundarios y primarios. Guariguata *et al* (1997) y Guariguata *et al* (2002) explican como la composición florística de especies del dosel y otros estratos del bosque secundario presentan una menor diversidad de especies en comparación con bosques primarios. Feldmeir (1996) citado por Berti (2001) determina que la diversidad de especies vegetales mediante el Índice de Shannon, para bosques secundarios jóvenes de la Zona Norte, corresponde a índices de 63 a 68% de la diversidad de un bosque primario, mientras que bosques de 17 a 18 años muestran valores del 72 y 87% de la diversidad de un bosque primario. Ferreira *et al* (2002) en un estudio de 12 bosques secundarios de edades entre 6 y 25 años en Nicaragua, determinaron que la riqueza y diversidad de especies difirieron en los 12 bosques, con un aumento de estos valores conforme incrementaba la edad del bosque.

Estructura horizontal del bosque

Las características del suelo y el clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de los disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y limitaciones y amenazas que este presenta (Louman *et al* 2001). De esta manera la estructura horizontal se puede expresar mediante la distribución del número de individuos y el área basal por clases de diámetro (Lamprecht, 1990; Louman 2001; Melo y Vargas 2003).

Hawley y Smith (1972) definieron dos estructuras horizontales principales para los bosques en general: los de tipo coetáneos o regulares, donde el mayor

número de individuos de una o varias especies tienen un tamaño semejante y se concentran en una misma clase de tamaño, y la estructuras disetáneas o irregulares, donde los individuos se distribuyen en varias clases de diámetro o tamaño, y generalmente se representan gráficamente mediante una jota invertida. Según Louman *et al* (2001), los bosques secundarios jóvenes corresponden con frecuencia a estructuras más o menos coetáneas, mientras que los bosques primarios intervenidos y no intervenidos, así como los secundarios maduros, presentan estructuras disetáneas, aunque en muchos casos de forma incompleta.

Estructura vertical del bosque

Según Louman *et al* (2001), la estructura está determinada por la distribución de los organismos tanto de animales como de plantas a lo alto de su perfil. La estructura vertical que se refleja en el bosque estará en función de las características biológicas de las especies y las condiciones ambientales en las diferentes alturas o estratos.

En lo que respecta a bosques tropicales, Richards (1996) define 5 estratos: los árboles emergentes, el dosel, el subdosel, el sotobosque arbustivo y el sotobosque herbáceo. La estratificación vertical del bosque es importante ya que permite identificar una gran variedad de microclimas, que incide en factores como la luz y cambios atmosféricos (Richards, 1996).

Por ende, el entendimiento de esta estructura y la composición del bosque a distintas alturas sobre el nivel del suelo es importante para entender como manipular el crecimiento y la composición florística del bosque.

Gremios ecológicos

El comportamiento de los organismos en la naturaleza responde a las interacciones de las características genéticas y de los factores ambientales; esta combinación permite diferentes expresiones del comportamiento que forman un continuo, más que manifestaciones discretas. Autores como Budowski (1965), Rollet (1974), Denslow (1980), Denslow (1987) Brokaw (1987), Pacala *et al* (1996), Lamprecht (1990), Withmore (1984), Maberly

(1983), Finegan (1993) y Finegan y Delgado (1997) han clasificado o agrupado las especies en grupos ecológicos de acuerdo a los requerimientos lumínicos.

Según Asquit (2001), partiendo de la hipótesis de “nichos especializados”, Clark *et al* (1993) evaluaron en la Estación Biológica la Selva, el ambiente luz del sotobosque en el que crecían 424 individuos (0,5 m a 1,5 m de alto) de nueve especies de árboles, oscilando condiciones lumínicas entre 0% - 25% respecto a las condiciones del dosel, encontrando que cada especie ocupaba un rango de luminosidad diferente.

Por un lado Lamprecht (1990) define tres grupos ecológicos de acuerdo a requerimientos lumínicos: especies arbóreas de luz o heliófitas, que requieren plena insolación durante toda su vida, especies arbóreas esciófitas, que se regeneran a la sombra de vuelo y tienen la capacidad de efectuar todo su desarrollo allí o requieren sombra por lo menos en la juventud, y por último especies parcialmente tolerantes a la sombra o hemisciófitas, que son capaces de regenerarse tanto en la sombra como en la luz.

Finegan (1993) realiza una clasificación más detallada de estos grupos ecológicos, donde el factor luz es determinante:

- *Heliófitas efímeras*

Especies intolerantes a la sombra con características típicas de la estrategia “r”. Generalmente su reproducción es masiva y precoz; el crecimiento es rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta; aptas para la colonización de espacios abiertos, las semillas mantienen su viabilidad por largo tiempo, y a menudo se encuentran en bancos de semillas, tanto en bosques primarios como en áreas cultivadas.

- *Heliófitas durables*

Especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras. Además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerar en claros más pequeños del

bosque, aunque requieren altos niveles de luz para poder establecerse y sobrevivir.

- *Esciófitas parciales*

Especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento como reacción a la apertura del dosel. Generalmente tienen un crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga a los individuos. Las semillas y frutos de estas especies generalmente son de tamaño mediano a grande. Requieren necesariamente de un grado de iluminación, alcanzar el dosel, para pasar de las etapas intermedias hacia la madurez.

- *Esciófitas totales*

Especies que son tolerantes a la sombra, no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel, por lo que no requieren algún grado de iluminación directa para alcanzar la madurez.

Estado de conservación de especies vegetales

Según Estrada *et al* (2005), la pérdida de biodiversidad es una situación actual que por su magnitud, ha generado una enorme crisis mundial, razón por la cual constituye uno de los problemas ambientales más serios y urgentes a resolver. Entre las causas principales están las actividades humanas como las actividades agropecuarias, la destrucción y la fragmentación de ambientes naturales, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y la introducción de especies son algunas de estas causas.

Existe a nivel mundial y nacional, esfuerzos para determinar el grado de amenaza o estado de conservación que presentan las especies vegetales, en función de diversos factores. Por ejemplo Las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), tienen la intención de ser un sistema de fácil comprensión para clasificar especies en alto riesgo de extinción global. El fin

general del sistema es brindar una estructura objetiva y explícita para la clasificación de la gama más amplia de especies según su riesgo de extinción. Sin embargo, mientras que la Lista Roja puede enfocar la atención sobre aquellos taxones en mayor riesgo, no es el único medio de establecer prioridades para su conservación (UICN, 2000). De manera similar, la Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica realizado por Estrada *et la* (2005), evalúan el grado de vulnerabilidad que presentan las especies vegetales, mediante la gran cantidad de información y conocimiento acumulado en las principales colecciones de plantas existentes en el país, así como la experiencia y conocimiento de botánicos expertos.

A nivel más legislativo, Quesada (2004) menciona que debido al aprovechamiento desmedido de especies forestales, algunos individuos escasean con el pasar del tiempo, en consecuencia de esto el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), establece el Decreto Ejecutivo de Veda N° 23700-MINAE de enero 1997, en el cual se establece la veda (protección total de corta) para 18 especies forestales. A nivel internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) tiene como finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres, demostrando que su comercio no constituye una amenaza para su supervivencia.

Materiales y Métodos

Establecimiento de las parcelas en los sitios de medición

Ubicación de los sitios de estudio

Los sitios determinados para el establecimiento de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) del proyecto “Línea base de estudio de la biodiversidad, servicios ambientales y valores para la conservación de bosques secundarios y maduros en el Corredor Biológico Osa” se enfocan en diferentes sectores de la península de Osa: Río Piro, Matapalo, Los Mogos y Bahía Chal. En cada uno de los sectores se localizaron parches de bosques de propiedad privada en diferentes estadios sucesionales, dónde se ubicaron las PPM.

En el caso de sitios de sucesión temprana y otros, la búsqueda se realizó utilizando el mapa de cobertura del año 2005 (FONAFIFO) basado en la interpretación de imágenes de satélite y visitas de campo del personal de proyecto (Arroyo, 2009). Con la colaboración del biólogo y director del Osa Biodiversity Center (OBC) se ubicaron un total de 9 sitios en los sectores de Río Piro y Matapalo. Mientras que para el sector de Los Mogos y Bahía Chal la búsqueda se realizó por imágenes de satélite, visitas de campo y en colaboración del botánico Reinaldo Aguilar, determinando cinco sitios para la ubicación de las PPM (Arroyo, 2009). En total se establecieron catorce PPM en estos sitios.

Para cada edad de bosque se estableció un número similar de repeticiones (PPM), de manera que se pudiese realizar un “diseño completamente aleatorio”. En el siguiente cuadro se describe la ubicación de las PPM en distintos estadios de sucesión en los diferentes sitios:

Cuadro 1. Distribución de las 14 PPM respecto al estadio sucesional y sectores de la Península de Osa

Estadio sucesión (años)	# Parcela	Sector	Sitio	Código	Elevación (m)
5-15	7	Matapalo	Bert Kaslteter	BK	305
5-15	12	Los Mogos	Elvin Campos	ECsec	130
5-15	14	Los Mogos	Elvin Campos	EC	245
15-30	1	Río Piro	Sitio La U	LU	33
15-30	5	Río Piro	Sendero Terciopelo	ST	39
15-30	9	Matapalo	Lapa Ríos	LR	242
>30	4	Río Piro	Sendero los Higueones Secundario	LHSec	38
>30	6	Río Piro	Sendero Piro	SP	39
>30	11	Los Mogos	Propiedad El Tucan	ET	104
Primario	2	Río Piro	Laguna Silvestre	LS	47
Primario	3	Río Piro	Sendero los Higueones Primario	LHPri	38
Primario	8	Matapalo	Finca Manuel Ramírez	MR	322
Primario	10	Bahía Chal	Servicentro Río Claro	SRCpri	290
Primario	13	Los Mogos	por definir	ECPri	200

En la figura uno y dos se ilustran la ubicación de las Parcelas Permanentes de Monitoreo en los sectores de Río Piro, Matapalo, Los Mogos y Bahía Chal, basados en las capas del Atlas Digital de Costa Rica (2008):

**Parcelas Permanentes de Monitoreo en el Sector de Río Piro y Matapalo,
Península de Osa, Costa Rica**

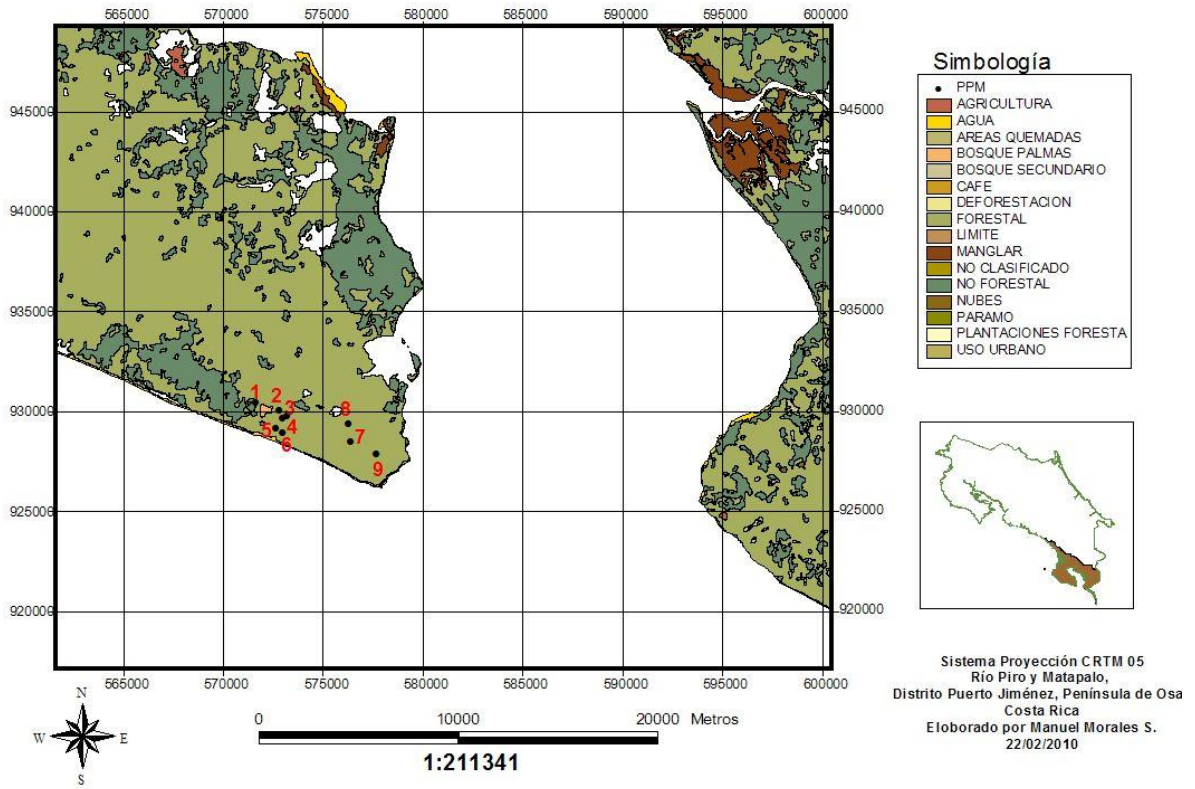


Figura 1. Ubicación de Parcelas Permanentes de Monitoreo en el Sector de Río Piro y Matapalo, Península Osa, Costa Rica.

Parcelas Permanentes de Monitoreo en el sector de Los Mogos y Bahía Chal,
Península de Osa, Costa Rica

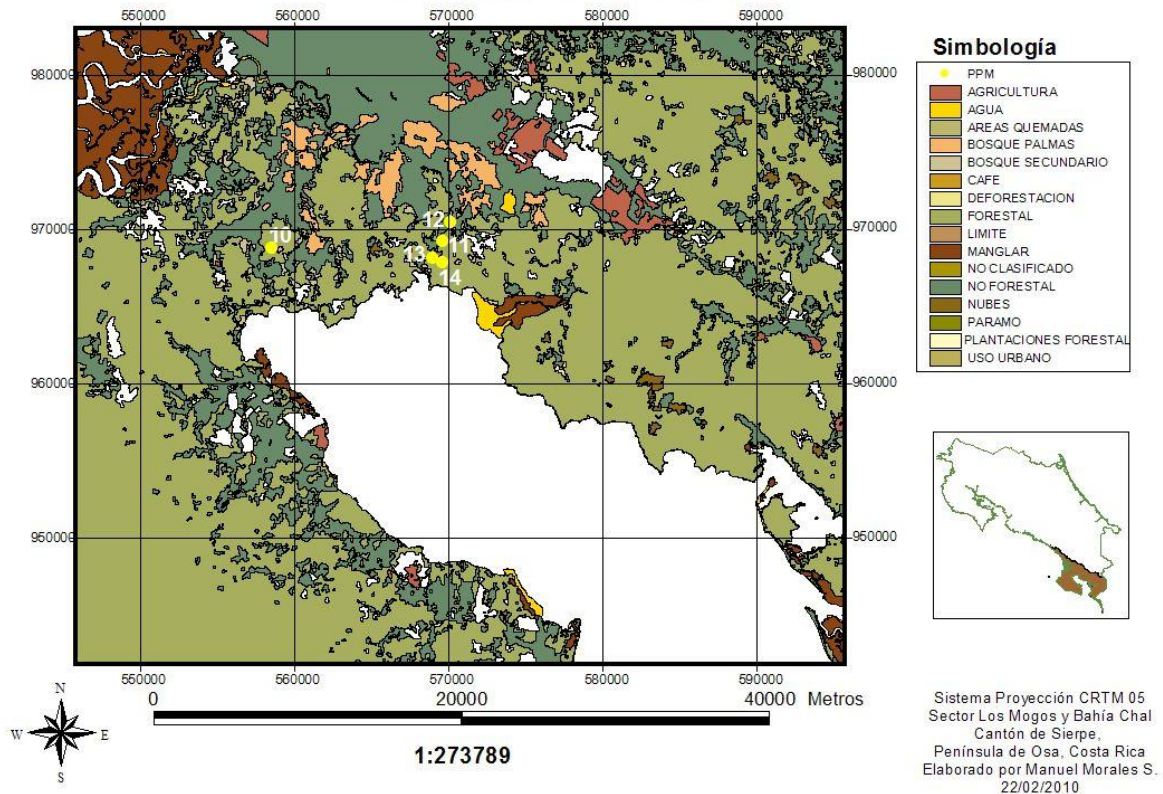


Figura 2. Ubicación de Parcelas Permanentes de Monitoreo en el Sector de Los Mogos y Bahía Chal, Península Osa, Costa Rica.

Clima y Vegetación

Los sectores de Río Piro y Matapalo presentan una precipitación promedio anual de 4500 a 5000 mm, y una estación seca de tres meses promedio, el sector de Los Mogos y Bahía Chal 3500 mm y 4000 mm respectivamente y una estación seca de un mes (Atlas Digital de Costa Rica, 2008).

Kappelle *et al* (2002) describe diferentes tipos de clima para el Área de Conservación Osa (ACOSA). Tipo de clima muy húmedo, muy caliente, con una estación seca corta (< 35 días), temperatura media anual de 23 – 27 °C; precipitación media anual de 3420 – 6840 mm y estación seca de enero a marzo, característica del Parque Nacional Corcovado. Clima muy húmedo muy caliente, con una estación seca moderada (35 – 75 días con déficit de agua) en

la delta de los ríos Térraba y Sierpe entre los meses de enero y marzo, con una precipitación media anual de 3420 – 6840 mm. Otro tipo de clima que interviene en la Fila Costeña, caracterizado por clima muy húmedo, caliente, con una estación seca corta (< 35 días déficit de agua) entre enero hasta mediados de abril , temperatura promedio anual de 18 – 26 °C y precipitación media anual de 2840 – 6840 mm. Estos tipos de clima muy posiblemente relacionados a las zonas dónde se ubican las unidades experimentales.

Las zonas de vida determinadas son Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh – T) para la mayoría de las unidades experimentales, mientras que Bosque Pluvial Premontano transición a Basal (bp – P6) para una sola parcela (unidad 11) (Atlas Digital de Costa Rica, 2008). Kappelle *et al* (2002) en el proyecto ECOMAPAS identifican 38 ecosistemas, 28 naturales y seminaturales y 10 ecosistemas culturales. Dentro de los ecosistemas naturales se mencionan bosques bien drenados, manglares, matorrales y pastizales. Los ecosistemas culturales incluyen plantaciones arbóreas (forestales y frutales), arbustivas (café) y herbácea (arroz). Según Kappelle *et al* (2002) y el sistema de información *Atta* se reportan para ACOSA 2659 especies, 1029 géneros y 203 familias.

Suelos y topografía

Se presentan dos ordenes de suelos, ultisoles con horizonte argílico (20% de aumento en el contenido de arcillas en la sección de control) con menos de un 35% de saturación de bases en la sección de control, generalmente profundos, terreno fuertemente ondulado con pendientes de 30 – 60%. El otro orden corresponde a Inceptisoles, caracterizado por un suelo joven con horizonte B cambico (apenas se forma un B), sin otro horizonte diagnóstico, terreno suavemente ondulado y pendientes de 2 -15% (Atlas Digital de Costa Rica, 2008).

Diseño del muestreo

Se empleará un “diseño completamente aleatorio”, dónde los tratamientos corresponden al estadio de sucesión de bosque, y las repeticiones las parcelas

establecidas para cada edad de sucesión. Los estadios se describen a continuación.

- Estadio 1: potreros recientemente abandonados (5-15 años); n = 3
- Estadio 2: bosque secundario joven (15-30 años); n = 3
- Estadio 3: bosque secundario maduro (> 30 años); n = 3
- Estadio 4: bosque primario; n = 5

Los bosques secundarios (estadio 1, 2 y 3) tendrán tres réplicas por cada tratamiento, mientras que el bosque primario (estadio 4) tendrá cinco repeticiones.

Cada parcela tendrá un área de 5000 m² (50 x 100 m), subdivididas en sub parcelas de 10 x 10 m, para un total 50 parcelas numeradas en forma cronológica del número 1 hasta el 50.

Medición de los especímenes vegetales

Dentro de las parcelas se procederá a medir todos los individuos con diámetro ≥ 5 cm. El diámetro de medición será el diámetro a nivel del pecho (dap), pero en los casos donde no sea posible realizar la medición en esta parte del árbol, se realizará según la metodología expuesta por CATIE (2000). Cada individuo será identificado con un número impreso en una placa de aluminio, este número será único para el individuo y no podrá repetirse por efectos de mortalidad u otro evento, de manera que no existan confusiones en el tiempo.

Cada individuo muestreado será identificado a nivel de familia, género y especie, las especies desconocidas y morfoespecies serán identificadas con la ayuda del curador botánico Reinaldo Aguilar, con más de 10 años de experiencia respecto a la vegetación de la zona. Las variables dasométricas a medir serán el diámetro en centímetros (cm), altura total y comercial en metros (m). Se identificará el gremio ecológico para cada individuo de acuerdo a la clasificación propuesta por Finegan (1993), en especies heliófitas efímeras,

heliófitas durables y esciófitas. También se clasificarán las especies en tres grupos: comercial, no comercial y palmas según búsquedas bibliográficas.

Muestreo diagnóstico para la evaluación de la productividad potencial de los tipos de bosque

Según Hutchinson (1993), el muestreo diagnóstico (MD) es: "... una operación intencionada para estimar la productividad potencial de un rodal. Sus resultados se basan en el tamaño de la clase y en la calidad de los individuos encontrados dentro de un rango de área especificada y una distribución espacial definida..."

De esta forma, el MD es útil para establecer prioridades para iniciar operaciones silviculturales, delinear una secuencia inicial correcta de operaciones silviculturales y estimar ciclos de corta general en relación con las clases de tamaño en bosques donde no ha existido un manejo forestal previo (Hutchinson, 1993).

Para realizar el MD, se evaluará en las subparcelas de 10 x 10 m, para cada estadio de sucesión de bosque la existencia o ausencia de Deseables Sobresalientes (DS), basados en la metodología de Hutchinson (1993) y Quirós (1998) citado por Louman *et al* (2001). Para determinar el DS el árbol a escoger debe tener un diámetro mayor a 10 cm y menor al Diámetro Mínimo de Corta, que según el Código de Prácticas para los Principios, Criterios e Indicadores para el manejo de bosque natural de Costa Rica corresponde a 60 cm, además debe poseer un solo tronco o un eje del árbol recto y bien formado, de por lo menos cuatro metros libre de nudos grandes, deformaciones o defectos fuertes. El DS debe poseer una copa bien formada y vigorosa, y es el mejor (el más alto o de mayor diámetro) entre los árboles comerciales de la subparcela de 10 x 10 m.

Cada LD se identificará a nivel de familia género, especie y nombre vernáculo, además se medirá el diámetro en centímetros (> 10cm), la clase de iluminación de copa (PC), calidad de copa (FC) y grado de infestación de lianas.

Para determinar la clase de iluminación o posición de copa se utilizará la metodología de Dawkins (1958), que identifica cinco grados de la iluminación, en la figura 3 se muestra esta clasificación:

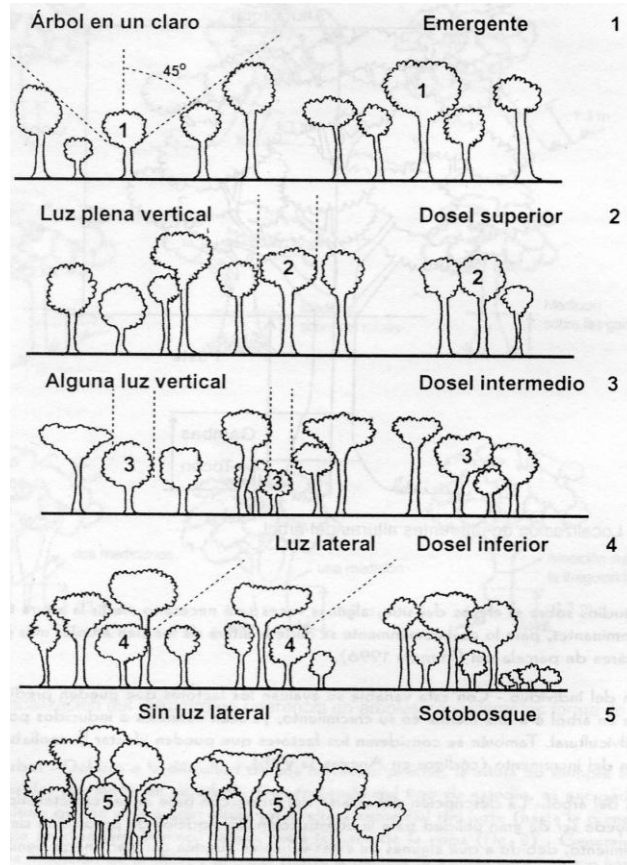


Figura 3. Grado de iluminación de copa según Dawkins (1958), tomado de CATIE (2000).

La calidad o forma de copa se clasificará de acuerdo a CATIE (2000) en cinco categorías (figura 4):

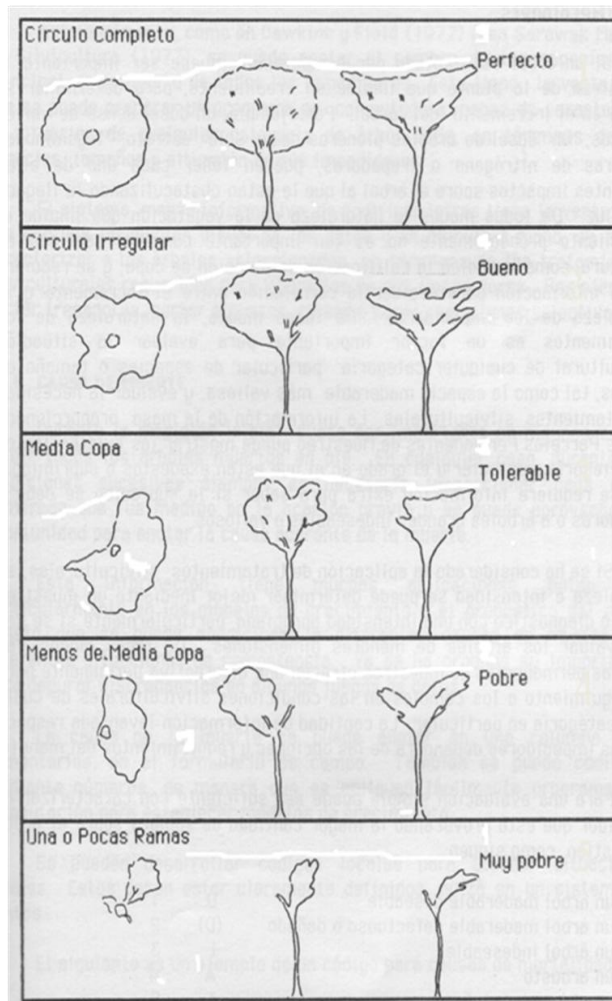


Figura 4. Forma de copa, tomado de CATIE (2000).

El grado de infestación de lianas se determinará según la adaptación de la metodología de Alder y Synnott (1992) citado por CATIE (2000) en cinco niveles:

1. Sin lianas
2. Lianas que no alcanzan el nivel de la copa del árbol huésped.
3. Lianas que alcanzan la copa del árbol y comienza a competir por luz
4. Lianas dominando la copa del árbol huésped
5. Lianas estrangulando y oprimiendo el árbol huésped.

La productividad de los tipos de bosque se determinará en función del área basal (m^2) y número de DS por hectárea. Además se realizarán clases diamétricas en función del número de DS y las variables posición de copa, forma de copa y grado de infestación de lianas.

Para el cálculo del área basal de los DS y demás individuos de las parcelas se empleará la siguiente fórmula:

$$G = \frac{\pi}{4} * d^2 * N$$

G = área basal en metros cuadrados

d = diámetro basimétrico en metros

N = número de árboles por hectárea

Para el cálculo del volumen de los DS y demás individuos de las parcelas de muestreo se utilizará la fórmula de Loján (1967):

$$V = 0.0000837876 * (d) 2,03986 * (h) 0.779$$

d = diámetro a la altura del pecho (cm)

h = altura comercial o total en metros.

Análisis de los datos

Familias dominantes, diversidad e intensidad de mezcla de los tipos de bosque

Se identificarán las familias con mayor importancia ecológica, de acuerdo al Índice de Importancia Familiar (%FIV) según el número de especies, individuos y área basal relativa de cada familia (Mori *et al*, 1983). Los resultados obtenidos serán analizados mediante el programa PAST versión 1.97 (Hammer, Q; Harper, D.A.T; Ryan, P.D; 2001), dónde se realizó una clasificación por análisis de conglomerados, utilizando el método de grupos pareados y el índice de similitud de “Morisita”; los resultados son ilustrados en un dendrograma. De esta manera se podrá determinar relaciones entre las familias y los tipos de bosque en estudio.

Para determinar la intensidad de mezcla de las especies presentes en los cuatro estados de sucesión de bosque, se calculará el Coeficiente de Mezcla (CM), definido por Lamprecht (1990) como la relación unitaria del número de

especies respecto al total de individuos presentes en un bosque. A continuación se presenta la fórmula:

$$CM = \text{número de especies} / \text{número de individuos}$$

El CM proporciona una indicación somera de la intensidad de mezcla. Puesto que los valores dependen fuertemente del diámetro inferior de medición y del tamaño de la muestra, sólo deben compararse CM que procedan de muestreos idénticos en este aspecto. Entre menor sea la relación unitaria del CM, el sitio evaluado presentará una mayor intensidad de mezcla y por ende mayor diversidad de especies (Lamprecht, 1990). Este valor se obtendrá a partir de los valores de riqueza y número de individuos generado por el programa PAST versión 1.97 (Hammer, Q; Harper, D.A.T; Ryan, P.D; 2001).

En lo que respecta a la diversidad de los tipos de bosque, se utilizarán el programa PAST versión 1.97 (Hammer, Q; Harper, D.A.T; Ryan, P.D; 2001) para el cálculo de los índices de Alpha – Fisher, Shannon – Wiener (H) y el inverso Simpson (1 - D), el cual utiliza las siguientes fórmulas:

Índice de Shannon (Shannon-Weiner)

$$H = -\sum pi * Ln(pi)$$

pi = la proporción de individuos de la especie “ i ” respecto al total.

Inverso Índice de Simpson

$$invD = 1 - \sum pi^2$$

pi = la proporción de individuos de la especie “ i ” respecto al total.

Los valores de CM, Alpha – Fisher, H y $invD$ serán sometidos a pruebas estadísticas mediante un Análisis de Varianza ANOVA y pruebas de Duncan considerando una alfa de 0.05.

Comparación de la estructura horizontal

Se evaluará el número de árboles (N/ha), área basal (g/ha) por hectárea y riqueza (0.5 ha) mediante un Análisis de Varianza ANOVA y pruebas de Duncan considerando una alfa de 0.05 0.05 en el programa STATISTICA 6.1 (1984 – 2003). También se comparará estas tres variables de acuerdo a la distribución diamétrica.

Gremios ecológicos y grupos comerciales por estadio de sucesión de bosque

Se determinará la cantidad de especies (en 0.5 ha) y área basal por hectárea por gremio ecológico para los cuatro tipos de sucesión de bosque, de manera que se pueda caracterizar los bosques en cuanto a proporción de especies esciófitas, heliófitas efímeras y heliófitas durables. La clasificación utilizada es la propuesta por Finegan (1993) y la utilizada en los “Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales” de Costa Rica. También se utilizó la clasificación realizada por Sanchú y González (2006) para especies del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central.

Se clasificarán las especies en grupos comerciales (comercial, no comercial y palmas) de acuerdo a las especies incluidas por Jiménez *et al* (1999) y Sanchú y González (2006), y se determinarán área basal por hectárea y riqueza de especies (en 0.5 ha) para los tipos de bosque. Los resultados obtenidos por gremio ecológico y grupo comercial serán sometidos a pruebas estadísticas mediante un arreglo factorial de cuatro factores (tipos de bosque) y tres niveles (gremios ecológicos y grupos comerciales); y pruebas de Duncan considerando una alfa de 0.05 en el programa STATISTICA 6.1 (1984 – 2003).

Estructura vertical

Para determinar la estructura vertical en los diferentes estadios de sucesión de bosque se utilizará la metodología de IUFRO (Leibundgut, 1958, citada por Lamprecht, 1990), en la que se distinguen tres estratos de altura:

- Piso superior: número de individuos por especie que se encuentran a una altura mayor a dos terceras partes de la altura superior del vuelo del bosque en estudio.
- Piso medio: número de individuos por especie que se encuentran entre las dos terceras partes y una tercera parte de la altura superior del vuelo del bosque en estudio.
- Piso inferior: número de individuos por especie que se encuentran en una altura menor a un tercio de la altura superior de vuelo del bosque en estudio.

Además por cada piso de altura se determinará el número de especies (0.5 ha) y la similitud florística, utilizando el Índice de Morisita y el programa PAST versión 1.97 (Hammer, Q; Harper, D.A.T; Ryan, P.D; 2001). Se determinará si existe diferencias entre las alturas dominantes por cada tipo de bosque mediante un Análisis de Varianza ANOVA y pruebas de Duncan con un alfa de 0.05 en el programa STATISTICA 6.1 (1984 – 2003).

Patrones de composición florística de las unidades de bosque

Se determinó el % del Índice de Valor de Importancia (%IVI) de Curtis y McIntosh (1951) citado por Lamprecht (1990), para cada especie por unidad de bosque (Parcela Permanente de Monitoreo). Para el análisis de los patrones de similitud florística se utilizó el programa PAST versión 1.97 (Hammer, Q; Harper, D.A.T; Ryan, P.D; 2001), dónde se realizó una clasificación por análisis de conglomerados, utilizando el método de grupos pareados y el índice de similitud de “Morisita”; los resultados son ilustrados en un dendrograma. Para este análisis sólo se incluyeron las 7 especies con mayor peso ecológico (%IVI) en cada unidad de bosque.

Estado de conservación de las especies

Las especies de flora encontradas serán clasificadas según la categoría de conservación, de forma que se puedan identificar especies en peligro de extinción o con algún grado de amenaza, además se identificarán las especies endémicas. La clasificación se realizará de acuerdo a los siguientes documentos:

- Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2008).
- Apéndices CITES (2008)
- Evaluación y categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica (Estrada *et la* 2005).
- Especies vedadas por el Decreto No 25700 – MINAE.
- Lista de especies endémicas utilizadas por Grúas II (2007).
- Especies de plantas amenazadas de la Península de Osa (Soto y Jiménez, 1992).
- Especies endémicas citadas por Aguilar y Cornejo (2010).

Resultados y discusión

Evaluación de la composición florística y diversidad

Familias de mayor importancia ecológica por estadio de sucesión

En total se midieron 5955 individuos con diámetro ≥ 5 cm, distribuidos en 66 familias, 227 géneros y 435 especies; el 6% (26 especies) del total especies son endémicas, 35 están a nivel de morfoespecie y dos se clasificaron como vedadas. Posiblemente 5 especímenes puedan corresponder a especies nuevas para la ciencia; hasta el momento están a nivel de género: *Laetia* spA., *Trichilia* spA., *Virola* spA., *Hirtella* spA., y *Garcinia* spC.

En el Anexa 1, 2, 3 y 4 se muestran los cuadros correspondientes al total de especies, individuos, área basal e Índice de Importancia Familiar (%FIV) para los cuatro tipos de bosque. En las siguientes figuras (5 y 6) se ilustran los bosques relacionados y las 10 familias con mayor %FIV para cada tipo de bosque.

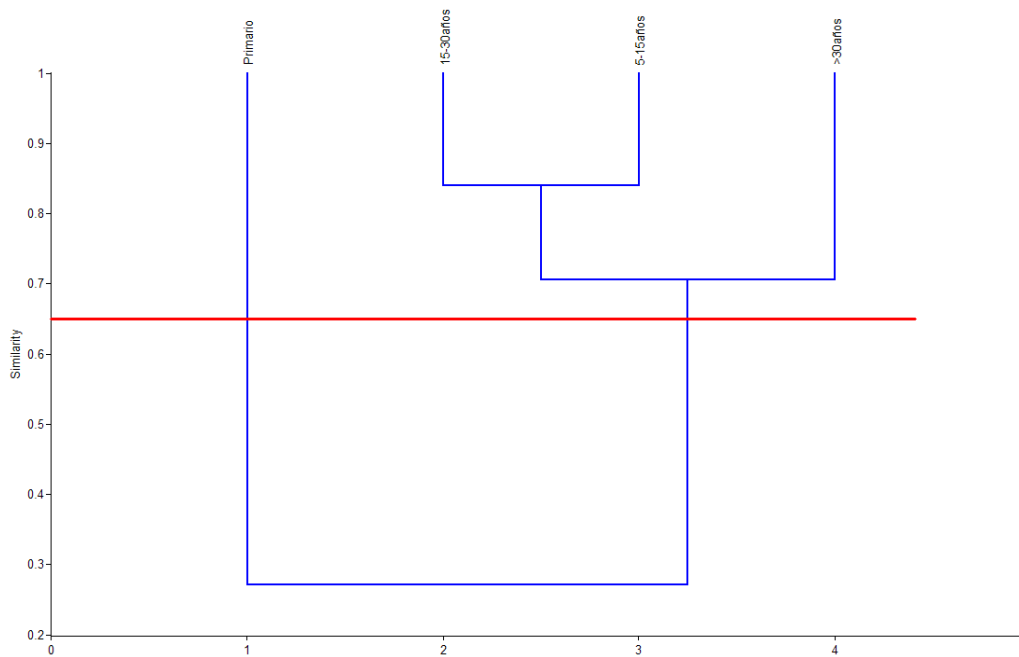


Figura 5. Dendrograma del análisis de conglomerados para los diferentes tipos de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

De acuerdo a la figura anterior y estableciendo un límite de 0.65 respecto a la ordenada (coeficiente de fusión), se determinan dos grupos (Matteucci y Colma, 1982) de bosques relacionados por la importancia ecológica de sus familias, el primero compuesto por bosques secundarios de 5 -15 años, 15 – 30 años y mayor a 30 años de edad, y el segundo grupo representado por los bosques primarios.

Para el grupo de bosques secundarios, las familias relacionadas por %FIV son Tiliaceae, Fabaceae (Caesalpinioidea, Mimosoidea y Papilionoide), Rubiaceae, Anacardiaceae, Moraceae y Melastomataceae (figura 5). Las familias antes descritas y algunos géneros son representantes típicos de bosques secundarios tropicales (Finegan, 1996), generalmente caracterizados por una reproducción masiva y a tempranas edades de flores y frutos, de crecimiento rápido en buenas condiciones de luz y por ende aptas para la colonización de espacios abiertos (Finegan, 1993; Finegan y Delgado, 1997; Finnegan, 1996; Lamprecht, 1990; Lang y Knight, 1993 citado por Guariguata y Ostertag, 2002). Algunas de estas especies corresponden al gremio de heliófitas efímeras como *Miconia argentea*, *Palicourea guianensis* y *Trichospermum galeotii* (Sanchú y

González, 2006). Por otra parte especies heliófitas durables (Sanchú y González, 2006) cómo *Apeiba tibourbou*, *Luehea seemannii* y *Goethalsia meiantha* de la familia Tiliaceae, *Spondias Bombin* de Anacardiaceae, *Inga multijuga* e *Inga thibaudiana* de la familias Fabaceae son las que mayor abundancia tienen en estos bosques, y dan la importancia ecológica a sus respectivas familias.

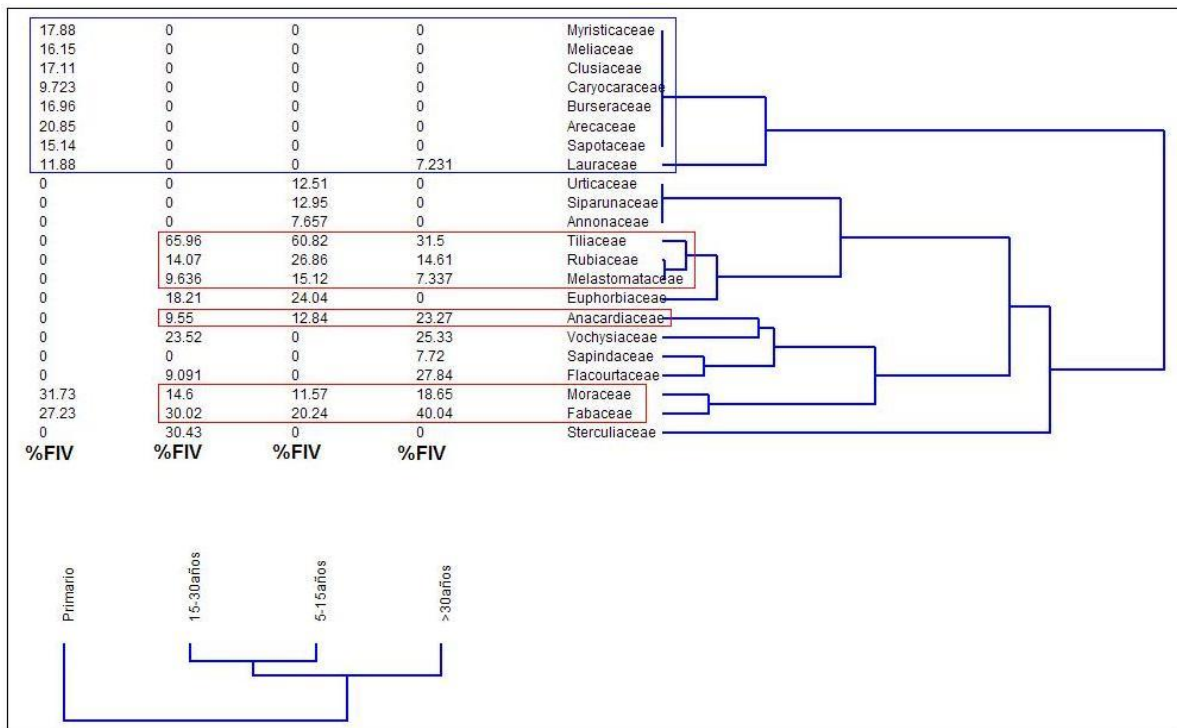


Figura 6. Dendrograma de interacción entre las 10 familias con mayor %FIV y los diferentes estadios de sucesión del Corredor Biológico Osa, Costa Rica

Sin embargo las familias Euphorbiaceae, Siparunaceae, Annonaceae y Urticaceae tienen también fuerte influencia ecológica en los bosques de 5 – 15 años, representados por géneros cómo *Alchornea spp.*, *Siparuna spp.*, *Gutteria spp.*, y *Myriocarpa longipes* respectivamente, este última asociado principalmente a condiciones riparias (Jiménez *et al*, 1999), producto de una parcela ubicada cerca de estas condiciones.

Por otro lado familias cómo Vochysiaceae y Flacourtiaceae son similares en bosque de 15 – 30 años y mayor a 30 años, dónde especies cómo *Vochysia ferruginea* (212 individuos entre los bosques) y *Laetia procera* (98 individuos

entre los dos bosques) son las más comunes, y además consideradas comerciales con diferentes usos maderables e incluidas en el gremio de heliófitas durables (Sancho y González, 2006; Jiménez *et al*, 1999, Fedlmeier, 1996; CATIE, 2000; Finegan, 1993). Además Vílchez *et al* (2008) menciona un patrón subanual (floración o fructificación en cualquier época del año) fenológico para estas especies, con un rango de 1 semana a 5 meses de frutos, que podría favorecer su abundancia en estos bosques.

Caso particular se atribuye a Moraceae y Fabaceae; con peso ecológico importante en los cuatro estadios de sucesión de bosque, y características de bosques neotropicales como los analizados por Gentry (1990) citado por Berry (2002) en Centroamérica y Suramérica. Especies como *Castilla tunu* (5- 15 años 1 árbol, 15 -30 años 9 árboles, >30 años 20 árboles, primario 34 árboles) y *Brosimum guianense* (5- 15 años 1 árbol, 15 -30 años 6 árboles, >30 años 15 árboles, primario 24 árboles) están presentes en todos los tipos de bosque, y su abundancia es proporcional al incremento del grado sucesional de estos bosques. Otras familias como, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Rubiaceae que están dentro de las 10 familias con mayor %FIV, también son dominantes en bosques neotropicales en Centroamérica y Suramérica (Gentry, 1990; citado por Berry, 2002).

Los bosques primarios presentan una dominancia diferente en cuanto a familias taxonómicas respecto a los bosques secundarios. Moraceae, Fabaceae, Arecaceae, Myristicaceae y Clusiaceae son las de mayor %FIV. La familia Fabaceae (33 especies) fue la de mayor riqueza en cuanto a especies, seguido de Sapotaceae (28 especies), Lauraceae (23 especies) y Moraceae (18 especies). Para el número de individuos Arecaceae (335), Moraceae (257) y Burseraceae (171) fueron los más representativos. En cuanto al área basal Moraceae (13.15 m²), Fabaceae (9.55 m²) y Myristicaceae (8.19 m²) fueron las dominantes.

Especies que componen las familias más dominantes en estos bosques primarios son principalmente pertenecientes al gremio esciófito, esta tolerancia a la sombra posiblemente permite que los individuos sean hábiles

competidores en distintos estratos y por ende dominen en estos bosques (Louman *et al*, 2001; Finegan, 1993, Lamprecht, 1990).

Leiva (2001) reporta que las familias más importantes para bosques primarios de la Estación Biológica la Selva son Fabaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Moraceae y Arecaceae, mientras que para bosques secundarios de 16 y 24 años Fabaceae, Rubiaceae, Moraceae, Myristicaceae y Annonaceae fueron las de mayor predominio. Para un área de bosque poco alterado en la Zona Protectora el Rodeo del Valle Central de Costa Rica, Cascante y Estrada (2001) determinaron que las familias de mayor %FIV fueron Moraceae como la más importante, seguido de Fabaceae, Lauraceae y Sapotaceae. En la Zona Protectora la Cangreja, Acosta (1998) indica que las familias más importantes en cuanto a número de especies se refiere son Euphorbiaceae, Meliaceae, Lauraceae, Moraceae y Fabaceae/Mimosoidea. Para bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua; Moraes *et al* (2001) indica que las familias con mayor número de individuos son Sterculiaceae, Rubiaceae y Fabaceae/Papilionoidea, mientras que para el número de especies Fabaceae/Mimosoidea, Rubiaceae, Moraceae, Meliaceae, Fabaceae/Papilionoidea y Bombacaceae son las más importantes.

Intensidad de mezcla y diversidad de los tipos de bosque

Según los análisis de varianza, el coeficiente mezcla ($p < 0.0001$), el índice de Shannon – Wiener ($p < 0.05$), Simpson ($p < 0.05$) y Alpha de Fisher ($p < 0.05$) presentaron diferencias estadísticas significativas entre los estadios de sucesión de bosque. Conforme aumenta el valor de de cada índice es mayor la diversidad del bosque. Para el CM, índices de Shannon – Wiener y Simpson los bosques más diversos fueron los primarios, mayores a 30 años, entre 5 – 15 años y entre 15 – 30 años respectivamente, mientras para el Alpha de Fisher se dio un aumento de la diversidad conforme se incrementa la sucesión del bosque (cuadro 2).

Cuadro 2. Índices de diversidad de Shannon – Wiener (H), Simpson ($1 - D$) Alpha Fisher y Coeficiente de Mezcla (CM = expresado en decimales), sus

desviaciones estándar y comparaciones de Duncan* para diferentes tipos de bosque del Corredor biológico Osa, Costa Rica.

Tipo bosque	CM	Desviación estándar CM	H	Desviación estándar H	1-D	Desviación estándar 1-D	Alpha Fisher	Desviación estándar
5-15 años	0.14a	0.03	2.94 ab	0.14	0.92 a	0.01	11.95a	1.23
15-30 años	0.12a	0.01	2.71 a	0.42	0.84b	0.07	15.12a	4.29
>30 años	0.14a	0.01	3.31 b	0.23	0.93 a	0.02	22.99a	7.38
Primario	0.23b	0.01	3.95 c	0.16	0.96 a	0.01	46.53b	17.19

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

El CM da una indicación de la intensidad de mezcla en que se encuentran las especies respecto a los individuos, y por ende expresa la diversidad general en que se encuentra el bosque (Lamprecht, 1990). Los bosques primarios estuvieron más mezclados que los bosques secundarios según la prueba de Duncan, entre bosques secundarios no se determinó diferencias. Por ende, se necesita muestrear menor cantidad de individuos para encontrar una especie distinta en bosques primarios (1/4.3) respecto a la sucesión secundaria de 5-15 años, 15 – 30 años y > 30 años.

Magurran (1988) indica que el índice de diversidad de Shannon – Wiener varía entre 1.5 y 3.5, y rara vez alcanza valores de 4.5. Para los bosques 5 – 15 años y 15 – 30 años no se determinaron diferencias. Este comportamiento también se presenta en los estadios de 5- 15 años y mayor de 30 años, sin embargo el bosque mayor de 30 años es más diverso que el 15 – 30 años. El bosque primario es estadísticamente diferente a los bosques secundarios, por ende su diversidad es mayor.

Para el índice Alpha de Fisher los bosques secundarios no presentan diferencias estadísticas según la comparación de medias de Duncan, mientras que la diversidad es mayor estadísticamente en los bosques primarios respecto a los otros estadios sucesionales.

El Índice de Simpson mide tanto la riqueza cómo la dominancia de especies en un sitio de estudio (Magurran, 1988). Analizando el inverso de Simpson (*1-D*) el estadio de 15 – 30 años es diferente a los demás bosques secundarios y el bosque primario. Entre mayor sea el inverso de Simpson, es menor la

dominancia de especies en los sitios de estudio, por ende el bosque primario, los estadios de 5 – 15 años y mayor de 30 años presenta mayor riqueza y menor dominancia de especies que el bosque 15 – 30 años.

Diversos autores describen un aumento de la diversidad en función de la edad del bosque. Fedlmeir (1996) describe para bosques de la Zona Norte de Costa Rica, un aumento en el Índice de Shannon en función de la edad de abandono de los bosques, los bosques primarios fueron los más diversos. Leiva (2001) indica que bosques primarios de la Estación Biológica la Selva están más mezclados y son más diversos que bosques secundarios de la misma zona. Moraes *et al* (2001) en un estudio de la composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua, encontraron un aumento en los índices de diversidad de Shannon – Wiener y Alpha de Fisher en función de la edad de abandono de los bosques.

Louman *et al* (2001) explica que para cálculos de diversidad, es conveniente utilizar curvas de especie – área, complementando con medidas de abundancia y dominancia de especies cómo los estimados en este estudio, sin embargo Condit *et al* (1996) citados por Berry (2002) indica que las especies se acumulan en función del número de individuos muestreados, y no necesariamente en función del área, y por consiguiente es incorrecto comparar valores de riqueza entre muestras con igual área, pero incluyendo individuos de diferentes clases de tamaño. En la figura 7 se muestra la acumulación de especies en función del número de individuos y área muestreada para los bosques en estudio.

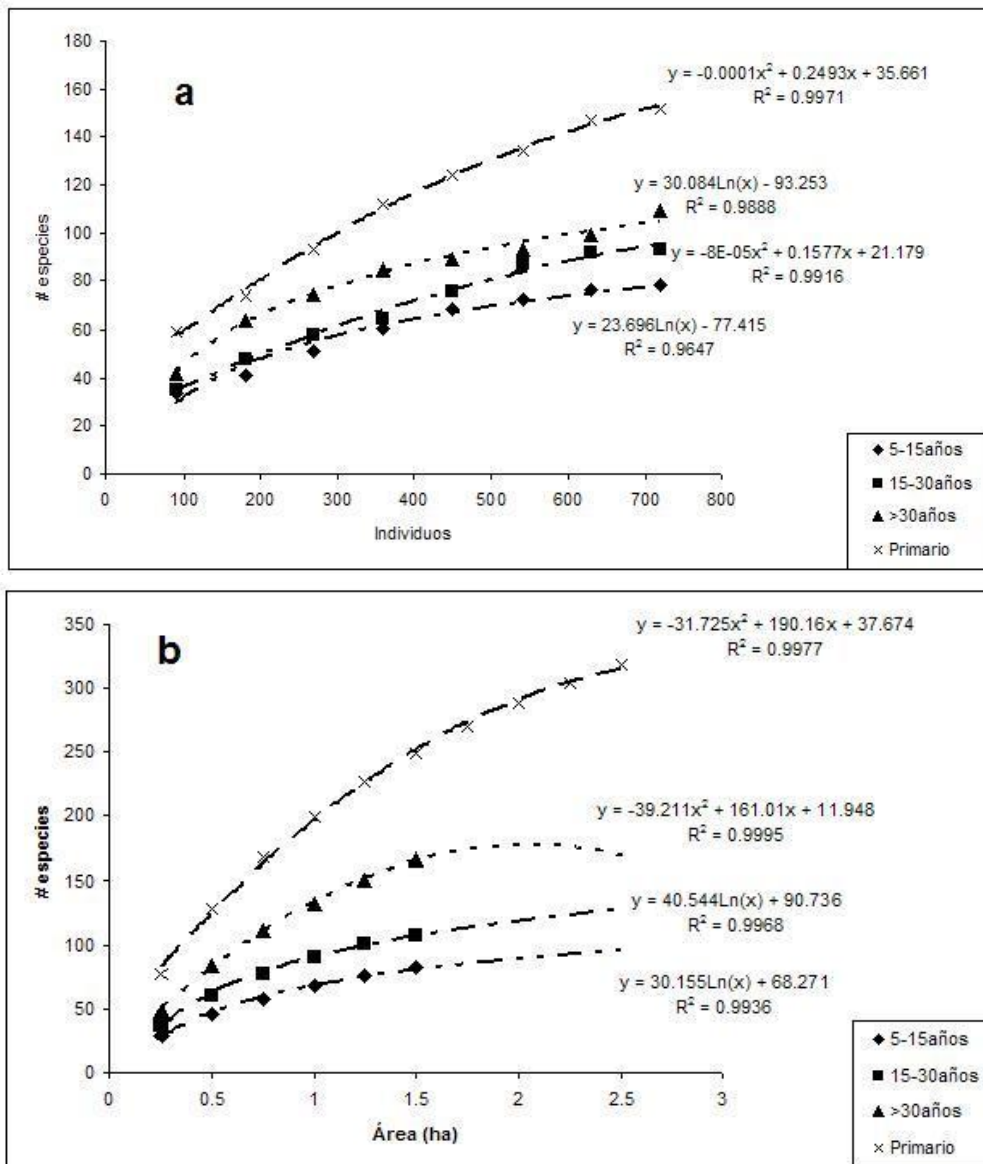


Figura 7. Curvas de acumulación de especies por número de individuos (a) y área muestreada (b) en bosques de diferentes estadios de sucesión del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Según las curva de especie – área y especie – individuos, indica un aumento en la riqueza de individuos conforme aumenta el área y número de árboles muestreados, comportamiento descrito por diferentes autores (Denslow, 1995; Condit *et al*, 1996; Berry, 2002; Moraes *et al*, 2001; Saldarriaga *et al*, 1998; Guariguata *et al*, 1997; Ángeles *et al* 2001; Louman *et al*, 2001). De igual manera se da un aumento en la riqueza de especies de acuerdo al aumento en la sucesión del bosque. Para la curva de especies – individuos se observa valores muy similares de número de especies en las edades de 5 – 15 años y

15 – 30 años; en un rango de muestreo de 100 a 400 individuos. El bosque primario en todo caso supera la riqueza de especies de los bosques secundarios para las dos curvas.

Gentry (1998) citado por Asquith (2002) indica que la riqueza de especies de distintas comunidades de plantas neotropicales varía de acuerdo a cuatro gradientes ambientales: precipitación, suelos, altitud y latitud. El número de especies es proporcional al aumento de la precipitación anual, e inversamente proporcional al aumento en latitud y altitud; mientras que los nutrientes del suelo parecen tener menor efecto en la diversidad de especies. Por otro lado el grado de perturbación de un bosque influye fuertemente en la recuperación de diversidad florística (Asquith, 2002), por eso es normal encontrar diferencias florísticas entre edades de sucesión distintas, cómo las estudiadas en el presente trabajo. Por otro lado una determinada composición florística en distintas etapas de la sucesión secundaria, está influenciada por eventos probabilísticos, la biología de la especie, la forma de interacción con plantas y animales, y por los componentes bióticos y abióticos del sitio (Guariguata y Ostertag, 2002).

Comparación de la estructura horizontal

Área basal, densidad y riqueza por estadio de sucesión

Se encontraron diferencias significativas para el área basal ($p < 0.00001$) y riqueza de especies ($p < 0.01$), el número de individuos ($p > 0.05$) es estadísticamente igual para los estadios de sucesión de bosque. El número de árboles aumenta conforme la edad del bosque es mayor, sin embargo los bosques con edades mayores a 30 años presentan más individuos que los bosques primarios. Los bosques secundarios y el primario son estadísticamente distintos en área basal. La riqueza de especies es similar para los bosques secundarios (según prueba de Duncan), el bosque primario es semejante estadísticamente al estadio mayor a 30 años (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de individuos (N/ha), área basal ($g = m^2/ha$), riqueza (# esp) (0.5 ha) (≥ 5 cm), desviaciones estándar y pruebas de Duncan* para bosques

muestreados en diferentes estadios de sucesión dentro del Corredor Biológico Osa, Costa Rica, 2010.

Estadio sucesión	N	Desviación estándar N	G	Desviación estándar g	# esp	Desviación estándar # esp
5-15 años	552	175	10.51a	4.64	37.7a	5.7
15-30 años	815	263	19.12b	1.66	50.3a	14.8
>30 años	1029	339	27.76c	3.00	72.3 ab	23.2
Primario	944	228	34.98d	3.26	111.6b	34.9

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

Respecto al número de individuos, área basal y riqueza, los bosques secundarios en general presentan menores valores comparado con el bosque primario (Redondo *et al*, 2001; Saldarriaga *et al* (1988) y Aide *et al* (1996), citados por Guariguata y Ostertag, 2002), sin embargo es positivo destacar la recuperación estructural de los bosques alterados conforme su edad aumenta, con una tendencia asemejarse al bosque no intervenido (Guariguata *et al*, 1997). Posiblemente no se presentan diferencias en el número de árboles por hectárea por los altos valores en el coeficiente de variación presente en los diferentes tipos de bosque (5 – 15 años = 31.7%; 15 – 30 años = 32.3%; > 30 años = 32.9% y primario = 24.2%). Por otro lado Saldarriaga *et al* (1988), Aide *et al* (1996) y Hughes *et al* (1999) citados por Guariguata y Ostertag (2002) indican que el área basal puede mostrar un crecimiento asintótico respecto al bosque primario. Para efectos de este estudio todos los estadios de sucesión fueron diferentes estadísticamente, por ende se da un aumento del área basal conforme se incrementa la sucesión del bosque.

La riqueza de especies también muestra una recuperación en función de la edad de los bosques, y es máxima en el bosque primario. Denslow y Guzmán (2000) encontraron que la riqueza de especies de las plántulas leñosas de bosques secundarios entre 20 y 100 años, era similar a la de bosques primarios. Sin embargo aunque la riqueza de plantas leñosas puede recuperarse rápidamente en los bosques secundarios (comparado con los bosques primarios), la recuperación de la composición florística es un proceso más lento, en particular si se consideran los individuos del dosel (Guariguata y Ostertag, 2002).

En el cuadro 4 y figura 8, se muestra la distribución diamétrica de los individuos, dónde se observa que todos los tipos de bosque presentan una estructura discetánea en forma de J invertida dónde los árboles se encuentran distribuidos en varias clases de diámetro (Louman, 2001). De esta forma la reserva de árboles pequeños de las primeras clases de diámetro es lo suficientemente abundante para asegurar el equilibrio del bosque (Lamprecht, 1990).

Cuadro 4. Distribución diamétrica (cm) de los individuos (N/ha) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Clase diamétrica	Estadio sucesión			Primario
	5-15 años	15-30 años	>30 años	
5-15	427.3	553.3	692.0	680.4
15-25	82.0	175.3	220.0	136.4
25-35	27.3	70.7	70.0	53.6
35-45	10.7	11.3	31.3	28.0
45-55	2.7	4.7	10.7	12.0
55-65	0.7	0.0	4.7	12.0
65-75	0.0	0.0	0.7	9.2
75-85	1.3	0.0	0.0	5.6
>85	0.0	0.0	0.0	6.8
Total	552.0	815.3	1029.4	944.0

Para los bosques secundarios se da una recuperación del número de individuos por clase de diámetro conforme incrementa la edad de sucesión. Los bosques con edad mayor a 30 años, en promedio tuvieron mayor cantidad de individuos de 5 cm hasta 45 cm de diámetro que los bosques primarios, sin embargo a partir de los 45 cm de diámetro en adelante los bosques primarios superan en número de árboles a todos los bosques, reafirmando su condición de madurez estructural. La sucesión de 5 – 15 años presenta individuos en la clase de 75 – 85 cm producto de la remanencia de árboles luego del abandono.

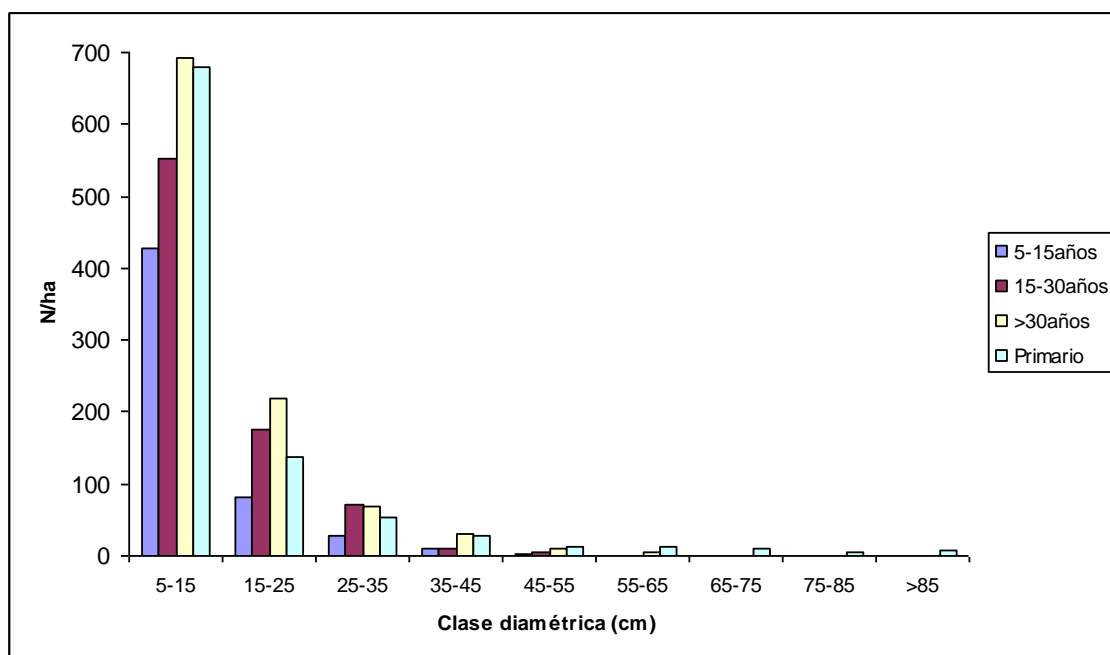


Figura 8. Distribución diamétrica (cm) de los individuos (N/ha) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

En lo que respecta a la riqueza por clase diamétrica, el cuadro 5 y figura 9 se muestran los resultados. Semejante a la distribución del número de individuos, el número de especies presenta forma de J invertida para todos los estadios de sucesión, dónde la mayor riqueza se encuentra en las primeras clases, y disminuye conforme el rango de clase es mayor.

Cuadro 5. Distribución diamétrica (cm) de la riqueza (0.5 ha) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Clase diámetro	Estadio sucesión			
	5-15 años	15-30 años	> 30 años	Primario
5-15	34.7	42.7	65.3	92.6
15-25	13.7	18.0	21.7	36.4
25-35	6.0	11.0	11.7	20.8
35-45	2.7	3.3	4.0	11.6
45-55	1.0	1.3	2.3	4.2
55-65	0.3	0.0	1.7	5.4
65-75	0.0	0.0	0.3	3.6
75-85	0.3	0.0	0.0	1.8
>85	0.0	0.0	0.0	2.6

Para todas las clases de diámetro, la cantidad de especies es mayor conforme la edad del bosque aumenta, y es máxima en los bosques primarios. Condit *et*

al (1996) explica que las especies se acumulan en función del número de individuos muestreados, es de esperar y de acuerdo a los resultados obtenidos, que las clases de menor tamaño, al agrupar más individuos también posean mayor número de especies. Para un área determinada, siempre cabrán más individuos pequeños que grandes, por ende, en la medida que los árboles sean de menor porte mayor será su abundancia por unidad de área, y mayor será la riqueza respecto a clases de tamaño mayores (Guariguata y Ostertag, 2002). Esta relación se puede observar en las figuras 8 y 9 respectivamente.

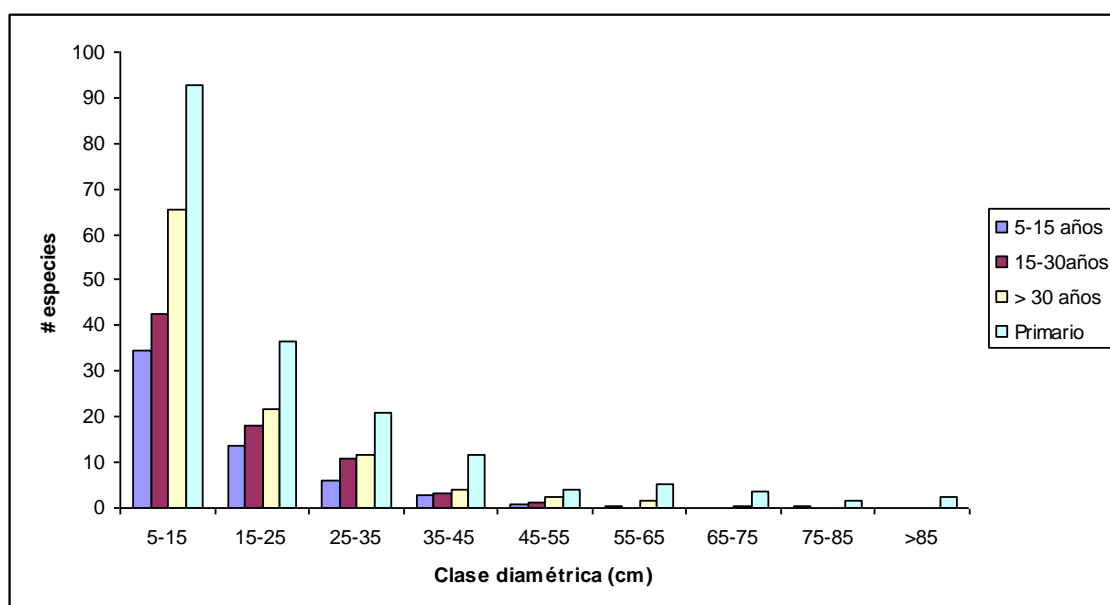


Figura 9. Distribución diamétrica (cm) de la riqueza (número de especies en 0.5ha) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

El área basal presenta un comportamiento diferente respecto al número de árboles y riqueza por clase diamétrica (Cuadro 6 y figura 10). Para los bosques de 5 – 15 años, la mayor área basal se agrupa en la primera clase, disminuyendo conforme el rango diamétrico es mayor. Posiblemente la gran agrupación de árboles en esta clase (77.4%) explica este comportamiento.

Cuadro 6. Distribución diamétrica (cm) del área basal ($g = m^2/ha$) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Clase diamétrica	Estadio de sucesión			
	5-15 años	15-30 años	>30 años	Primario
5-15	3.40	4.06	5.53	4.72
15-25	2.83	7.04	7.93	3.95
25-35	1.85	5.50	5.23	3.66
35-45	1.41	1.52	5.53	3.45
45-55	0.51	1.00	2.06	2.29
55-65	0.21	0.00	1.22	3.37
65-75	0.00	0.00	0.26	3.59
75-85	0.29	0.00	0.00	2.82
>85	0.00	0.00	0.00	7.14
Total	10.51	19.12	27.76	34.98

Para estadios de 15 – 30 años y mayor de 30 años, el pico de área basal se da entre 15 y 25 cm de diámetro; que comparado con la clase anterior presenta menos cantidad de árboles, pero sus diámetros son de mayor dimensión, aspecto que influye directamente en el aumento de área basal. Luego de esta clase el valor de “g” disminuye proporcional al aumento en diámetro de los árboles para la edad de 15 – 30 años, mientras que para los bosques mayores de 30 años; se da un leve aumento en 35 – 45 cm, para disminuir de nuevo en las posteriores clases diamétricas.

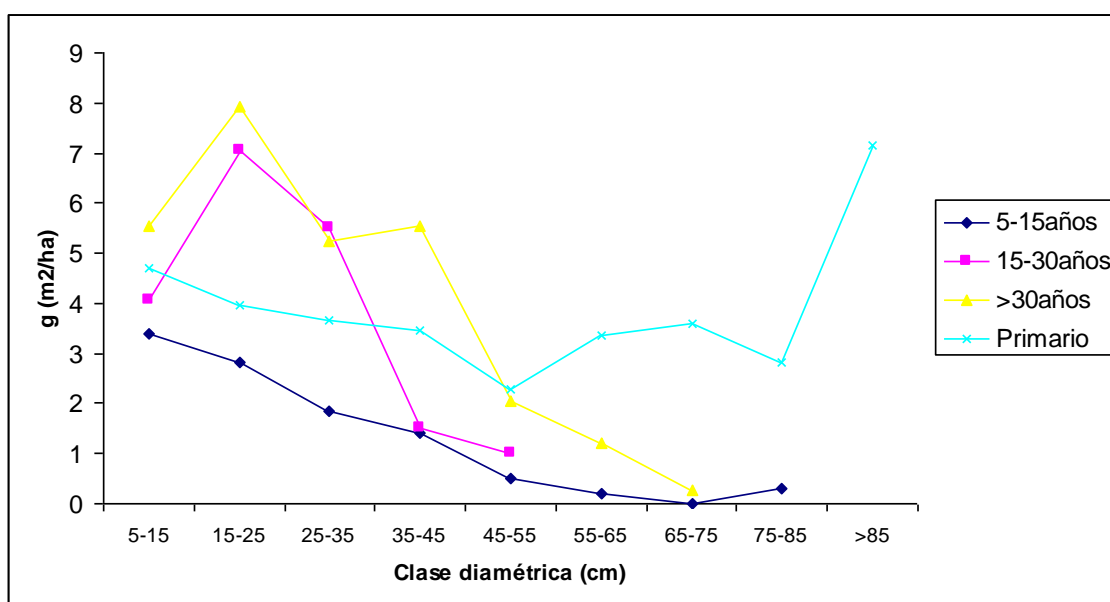


Figura 10. Distribución diamétrica (cm) del área basal ($g = m^2/ha$) presentes en bosques de distintas edades del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

En lo que respecta al bosque primario, el área basal disminuye conforme la clase diamétrica aumenta, hasta el rango de 45 – 55 cm. A partir de 55 – 65 cm, “g” comienza aumentar de nuevo, para un valor máximo en árboles mayores 85 cm de diámetro. Los bosques primarios no intervenidos generalmente muestran una acumulación de área basal en la última clase diamétrica; de esta forma, la distribución de “g” por clase diamétrica puede reflejar el grado de intervención de un bosque, así como el estado de desarrollo que este presenta (Louman *et al*, 2001). De lo anterior se explica que aunque se da una recuperación del área basal con el aumento en el estadio de sucesión, la forma en que se encuentra distribuida esa capacidad de carga es distinta. La principal diferencia se da a partir de la clase de 55 – 65 cm, donde los bosques primarios siguen acumulando árboles, aunque en cantidad son menores a las primeras clases diamétricas, sus dimensiones son mayores y se concentran en unas pocas especies.

Gremios ecológicos y grupos comerciales por estadio de sucesión de bosque

En lo que respecta a los gremios ecológicos por estadio de sucesión de bosque, se determinaron diferencias para el número de especies en relación a la edad del bosque ($p < 0.0001$), el gremio ecológico ($p < 0.000000$) y la interacción edad – gremio ($p < 0.000000$) (Cuadro 7 y figura 11). Igual comportamiento se presenta para el área basal (cuadro 8 y figura 12) por gremio ecológico (Edad bosque: $p < 0.00001$; Gremio: $p < 0.000000$; Interacción edad – gremio: $p < 0.000000$).

Cuadro 7. Riqueza de especies (0.5 ha), desviaciones estándar y comparaciones de Duncan* por gremio ecológico para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Gremio	Estadio de sucesión								Total
	5-15 años		15-30 años		>30 años		Primario		
	# esp	Desviación estándar	# esp	Desviación Estándar	# esp	Desviación estándar	# esp	Desviación estándar	
E	7.0 a	1.0	15.7 ab	11.8	33.0 b	23.8	88.6 c	9.5	144.3
HD	22.7 ab	3.5	29.7 b	2.9	34.7 b	1.5	21.8 ab	1.7	108.8
HE	8.0 a	1.7	5.0 a	2.6	4.7 a	1.2	1.2 a	1.1	18.9
Total	37.7	5.7	50.3	14.8	72.3	23.2	111.6	34.9	271.9

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

Para las especies esciófitas, se da un incremento del número de especies conforme la edad del bosque es mayor, y la riqueza es máxima en los bosques primarios (figura 11). La especies heliófitas durables aumentan su riqueza hasta la sucesión de bosques mayores a 30 años, para luego decrecer en el bosque primario. La cantidad de especies heliófitas efímeras es inversamente proporcional al aumento de la edad de abandono de los bosques, y el número de especies es menor en los bosques primarios.

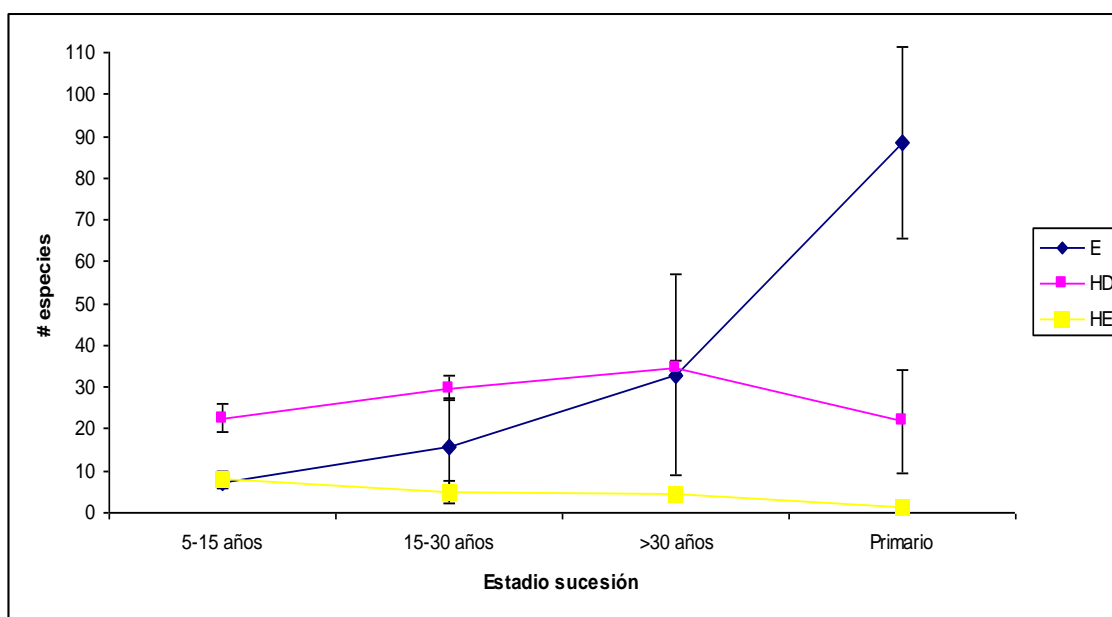


Figura 11. Interacciones de la riqueza de especies (0.5 ha) por gremio ecológico y el estadio de sucesión de bosque.

Para el número de especies heliófitas efímeras no se determinaron diferencias entre estadios de sucesión según la prueba de Duncan. De igual forma se dio para las especies heliófitas durables. La mayor riqueza de especies esciófitas se presentan en los bosques primarios, y es diferente estadísticamente a los bosques secundarios. Es importante destacar la recuperación de especies esciófitas conforme la edad de los bosques aumenta, no mostrando diferencias en sucesiones mayores a 30 años y 15 – 30 años; pero siendo diferente en bosques de 5 – 15 años y mayores a 30 años respectivamente. Denslow y Guzmán (2000) y Orians (1982) citados por Guariguata y Ostertag (2002), proponen la hipótesis de “nichos lumínicos”, explicando que la poca heterogeneidad luminosa observada a nivel espacial de los bosques secundarios, incide en una menor diversidad de especies leñosas en

comparación con los bosques primarios, dónde la gran diversidad de ambientes de luz brinda más oportunidad de albergar especies con requerimientos regenerativos contrastantes.

Por otro lado Welden *et al* (1991) citado por Asquit (2002), basado en la supervivencia, crecimiento y reclutamiento de juveniles de 108 especies de árboles, concluyó que las especies se podían clasificar en pioneras, de sostobosque, de desempeño mediocre y especies generalistas, dónde el grupo más grande lo conformaban las especies generalistas, contradiciendo la “hipótesis de nichos especializados”.

La alta heterogeneidad de ambientes presentes en los bosques primarios, y pareciera que de igual forma en los bosques mayores a 30 años, permite una mayor coexistencia de especies con diferentes requerimientos, y por ende aumentar la diversidad en comparación con bosques secundarios de menor edad. Sin embargo las especies tolerantes a la sombra o con tendencias generalistas al ser más abundantes (Welden *et al*, 1991), parecen tener mayor presencia en los bosques maduros dónde las condiciones son más heterogéneas, y por ende hay mayor riqueza de especies. En un bosque secundario conforme pasa el tiempo aumenta la tasa de formación de claros (Guariguata y Ostertag, 2002), lo que puede propiciar una mayor diversidad de especies. El equilibrio dinámico explicado por Louman *et al* (2001) y Martínez – Ramos (1985), indican que en realidad los bosques están en un estado de cambios continuos, provocados por perturbaciones ya sea por caída de ramas y árboles, y la recuperación de la vegetación, lo que permite la interacción de especies con diferentes requerimientos lumínicos.

De acuerdo a lo anterior, es de esperar que el aporte de área basal por gremio ecológico se comporte de forma similar a la riqueza de especies en los diferentes estadios de sucesión. Cómo se observó en la figura 11, las especies heliófitas durables aumentan el número de especies hasta bosques mayores a 30 años, para luego decrecer en los primarios. En el cuadro 8 y figura 12 se muestran los resultados de área basal por gremio ecológico.

Cuadro 8. Área basal ($g = m^2/ha$), desviaciones estándar y comparaciones de Duncan* por gremio ecológico para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Gremio	Estadio sucesión								Total
	5-15 años		15-30 años		>30 años		Primario		
g	Desviación estándar	g	Desviación Estándar	g	Desviación Estándar	g	Desviación estándar		
E	0.51 ab	0.37	1.37 ab	1.06	2.20 ab	1.92	30.04 f	2.55	34.11
HD	7.47c	5.04	16.07 d	0.98	23.69 e	1.59	4.44 bc	0.42	51.67
HE	2.52 bc	1.47	1.68 ab	1.28	1.76 ab	0.68	0.33 ab	0.12	6.29
Total	10.50	4.64	19.12	1.66	27.65	2.80	34.80	3.55	92.07

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

Para los bosques secundarios el mayor área basal se concentra en las especies heliófitas durables, mostrando diferencias significativas entre las diferentes edades. Sin embargo en la edad de 5 – 15 años las heliófitas efímeras son igual estadísticamente a las especies heliófitas durables. De igual forma el área basal de las especies heliófitas efímeras y esciófitas es la misma estadísticamente para los bosques secundarios. En lo que respecta a los bosques primarios, se da un cambio en la estructura del área basal, dónde la principal concentración (86.3 %) de la capacidad de carga se da en las especies esciófitas, y siendo mucho menor en las especies heliófitas durables (12.8 %) y efímeras (0.9 %).

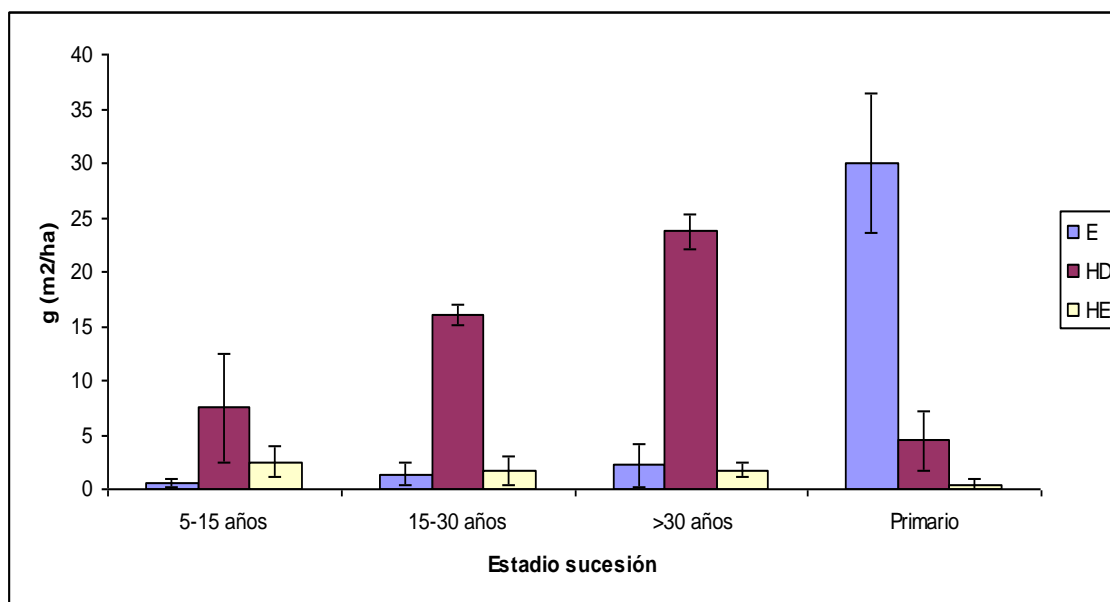


Figura 12. Interacciones del área basal (m^2/ha) por gremio ecológico y el estadio de sucesión de bosque.

El incremento de las especies tolerantes a la sombra en función de la edad del bosque, puede ser un indicador de que estas especies crecen a la sombra de otras ya establecidas, por ejemplo las heliófitas, y por ende conforme pasa el tiempo la tasa de reemplazo se dará en forma progresiva. Sin embargo al comparar los individuos del dosel del bosque primario, principalmente distribuidos en especies esciófitas, deberán pasar muchos años para que los bosques secundarios puedan tener esta composición y diversidad (Saldarriaga *et al* 1988; Guariguata *et al*, 1997), ya que las especies heliófitas que colonizan un determinado sitio, generalmente se mantienen por varias décadas con el avance de la sucesión (Finegan, 1996).

Dentro de las especies heliófitas efímeras se pueden nombrar *Alchornea costaricensis*, *Callicarpa acuminata*, *Cecropia insignis*, *Croton schiedeanus*, *Miconia argentea*, *M. schilimii*, *Ochroma pyramidale*, *Palicourea guianensis*, *Trichospermum galeotii* y *Vismia spp.* Ejemplos de heliófitas durables están *Aegiphila spp.*, *Alchornea spp.*, *Anacardium excelsum*, *Apeiba tibourbou*, *Casearia spp.*, *Castilla tunu*, *Cordia bicolor*, *Guatteria spp.*, *Goethalsia meiantha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Inga spp.*, *Laetia procera*, *Luehea seemannii*, *Simarouba amara*, *Simaba cedron*, *Spondias Bombin*, *Vochysia ferruginea*, entre otros. Y por último dentro de las especies esciófitas se encuentran *Protium spp.*, *Brosimum spp.*, *Virola spp.*, *Gustavia brachycarpa*, *Heisteria spp.*, *Caryocar costarricense*, *Eschweilera spp.*, *Symphonia globulifera*, *Marila spp.*, *Carapa nicaraguensis*, *Cheiloclinium cognatum*, *Pouteria spp.*, *Ocotea spp.*, *Unonopsis spp.*, *Guarea spp.*, entre otros.

En lo que respecta a los grupos comerciales por estadio de sucesión de bosque, se determinaron diferencias para el número de especies en relación a la edad del bosque ($p < 0.0001$), el grupo comercial ($p < 0.000000$) y la interacción edad – grupo comercial ($p < 0.05$) (Cuadro 9 y figura 13).

Cuadro 9. Riqueza de especies (0.5 ha), desviaciones estándar y comparaciones de Duncan* por grupo comercial para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Gremio	Estadio de sucesión								Total
	5-15 años		15-30 años		>30 años		Primario		
	# esp	Desviación estándar	# esp	Desviación Estándar	# esp	Desviación estándar	# esp	Desviación estándar	
C	12.3 ac	0.6	16.0 abc	5.3	21.0 abc	6.9	34.4 bd	6.0	83.7
NC	25.0 bc	4.6	33.0 bd	8.5	48.7 d	15.1	74.0 e	27.7	180.7
Palma	0.3 a	0.6	1.3 a	1.2	2.7 a	1.2	3.2 a	1.8	7.5
Total	37.7	5.7	50.3	14.8	72.3	23.2	111.6	34.8826604	271.9

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

Se presentan un incremento general en las especies comerciales, no comerciales y palmas conforme la sucesión del bosque es mayor, los valores máximos se presentan en los bosques primarios (cuadro 11 y figura 13). Sin embargo la riqueza de especies de palmas no difiere estadísticamente en los diferentes tipos de bosque. Las especies no comerciales presentan mayor número de especies en todos los estadios de bosque, sin embargo el bosque primario es el que mayor cantidad presenta y es diferente estadísticamente a los bosques secundarios. En lo que respecta al grupo comercial, el bosque primario es el que mayor riqueza presenta (34 especies), sin embargo este valor no difiere estadísticamente con los bosques mayores a 30 años y de 15 – 30 años.

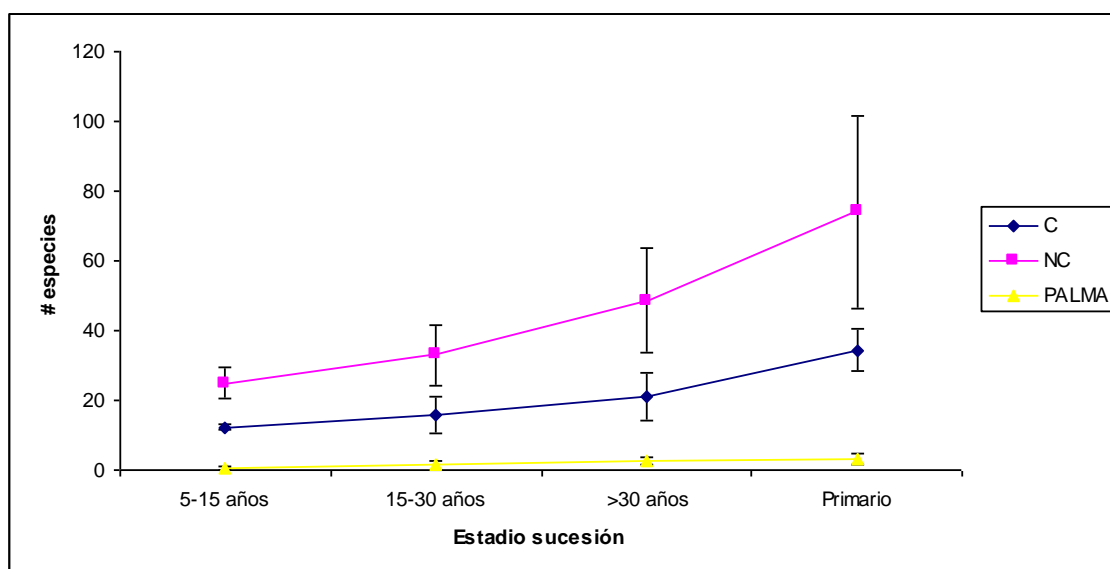


Figura 13. Interacciones de la riqueza de especies (0.5 ha) por grupo comercial y el estadio de sucesión de bosque.

Para el área basal, se determinaron diferencias entre la edad del bosque ($p < 0.0001$), el grupo comercial ($p < 0.000000$) y la interacción edad – grupo comercial ($p < 0.0001$) (Cuadro 10 y figura 14).

Cuadro 10. Área basal ($g = m^2/ha$), desviaciones estándar y comparaciones de Duncan* por grupo comercial para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Gremio	Estadio sucesión								Total
	5-15 años		15-30 años		>30 años		Primario		
	g	Desviación estándar	g	Desviación estándar	G	Desviación estándar	g	Desviación estándar	
C	3.17 ab	2.60	6.28 abc	5.18	15.24 e	7.00	23.49 f	4.90	48.1
NC	7.30 bcd	2.52	12.67 de	4.16	12.06 cde	4.14	9.78 cde	2.56	8
Palma	0.02 a	0.04	0.17 a	0.23	0.35 a	0.10	1.53 ab	1.96	41.8
Total	10.50	4.64	19.12	1.66	27.65	2.80	34.80	3.55	2
									2.07
									92.0
									7

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

Los estadios de 5 – 15 años y 15 – 30 años presentaron mayor concentración de “g” en las especies no comerciales con el 69.5% y 66.3% respectivamente, además no presentaron diferencias respecto a los bosques mayores a 30 años y primarios en cuanto a la dominancia de este grupo comercial. Por otro lado las especies comerciales tuvieron mayor representación en los bosques mayores a 30 años y primarios con 55.1% y 67.5%, por ende su valor es mayor en comparación con los estadios más jóvenes en cuanto área basal comercial se refiere (Redondo *et al*, 2001).

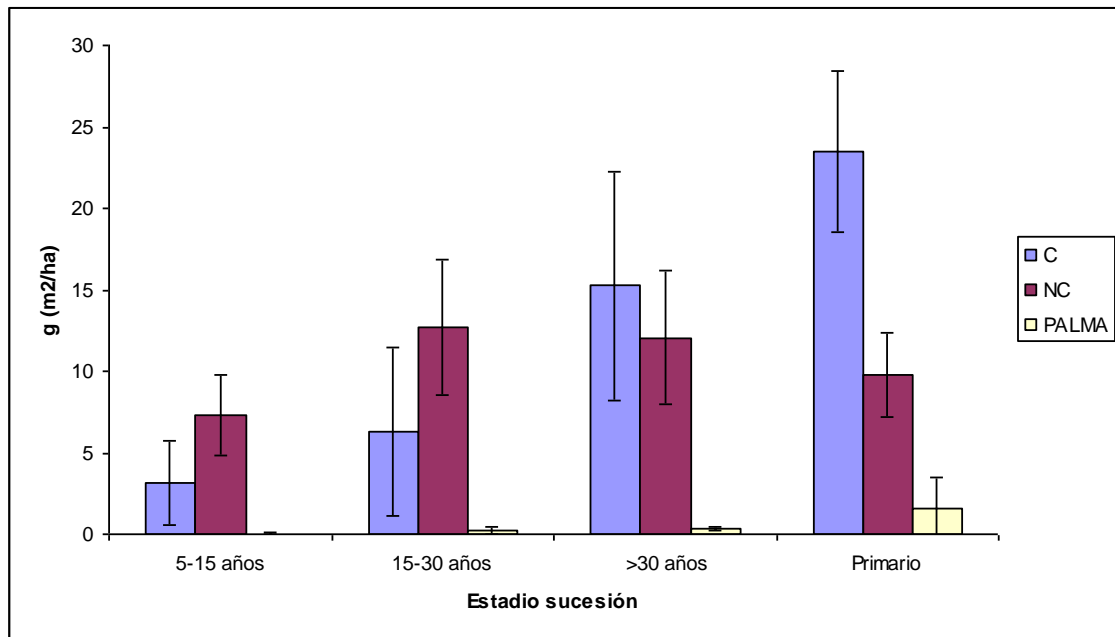


Figura 14. Interacciones del área basal (m2/ha) por grupo comercial y el estadio de sucesión de bosque.

Redondo *et al* (2001) determina que el número de especies y área basal del grupo comercial ($dap \geq 5cm$) para cuatro bosques secundarios de Sarapiquí, incrementa conforme la edad de los sitios es mayor, además que el mayor porcentaje de capacidad de carga de los bosques en estudio era aportado por este grupo. Sin embargo los mismos autores reportan que la riqueza de especies no comerciales es mayor para todos los bosques secundarios, tendencia que se refleja en este estudio.

Para los bosques en estudio las principales especies comerciales fueron *Vochysia ferruginea*, *V. guatemalensis*, *V. allenii*, *Laetia procera*, *Jacaranda copia*, *Goethalsia meiantha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Spondias mombin*, *Terminalia amazonia*, *Carapa nicaraguensis*, *Virola sebifera*, *V. koschnyi*, *Brosimum lactescens*, *B. utile*, *Simarouba amara*, *Pouteria laevigata*, *Symphonia globulifera*, *Tapirira myriantha*, *Tetragastris panamensis*, *Ficus insipida*, *Dialium guianensis*, *Peltogyne purpurea*, *Otoba novogranatensis*, entre otros.

Estructura vertical de los tipos de bosque

De acuerdo a los resultados del cuadro 11, se observa un aumento de la altura máxima conforme la sucesión del bosque es mayor, siendo el bosque primario el que presenta la mayor estructura vertical ($p < 0.000001$). Resultados similares son descritos por Saldariaga *et al* (1988) y Aide *et al* (1996), citados por Guariguata y Ostertag (2002); indicando que los bosques secundarios presentan un dosel más bajo respecto a los bosques primarios. Según la comparación de medias de Duncan, la altura máxima de los bosques primarios difiere estadísticamente de los bosques secundarios, los estadios de 15 – 30 años y mayor de 30 años no presentan diferencias, y su vez son distintos al bosque de 5 – 15 años de edad.

Cuadro 11. Altura máxima promedio (Hmax pro en metros), desviaciones estándar, pisos de altura y comparaciones de Duncan* para diferentes estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Estadio sucesión	Hmax pro	Desviación estándar	2/3 Hmax pro	1/3 Hmax pro
5-15 años	17.0 a	3.6	11.3	5.7
15-30 años	23.7 b	3.2	15.8	7.9
>30 años	29.0 b	2.6	19.3	9.7
Primario	39.6 c	3.2	26.4	13.2

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales

En función de las alturas máximas del cuadro 11, se determinan los pisos de altura para cada tipo bosque (figura 15). Para lo estadios de 5 – 15 años y 15 – 30 años el mayor número de individuos se presentan en el piso medio, piso inferior y piso superior respectivamente. Mientras que los estadios mayor a 30 años y primario la mayor cantidad de árboles se concentra en el piso inferior, piso medio y piso superior respectivamente. De esta forma entre mayor sea la edad del bosque secundario, su estructura será más semejante a la del bosque primario. Guariguata *et al* (1997) citado por Berti (2001) explica que las características estructurales de los bosques secundarios húmedos pueden acercarse rápidamente a los bosques primarios cuando el uso anterior de la tierra no ha sido muy intenso.

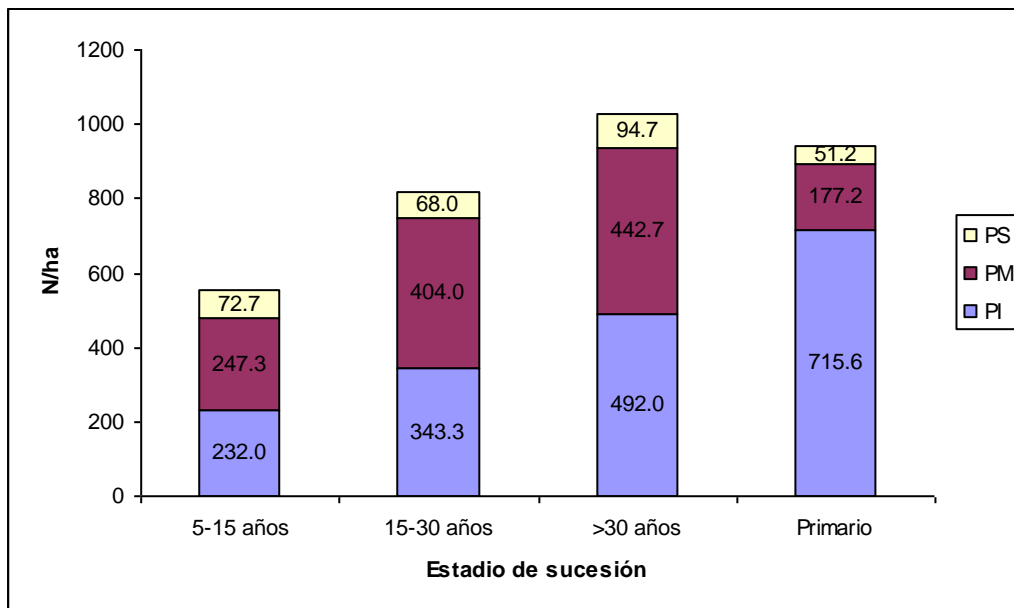


Figura 15. Distribución del número de individuos por estrato de altura (PI = piso inferior, PM = piso medio, PS = piso superior) en diferentes estadios de sucesión de bosque en el Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

En lo que respecta al número de especies por piso de altura (figura 16), sólo los bosques de 5 – 15 años presentaron mayor número de especies en el piso medio, piso inferior y piso superior respectivamente, que se podría relacionar a la menor cantidad de individuos del estrato inferior en comparación al estrato medio, o por la presencia de vegetación como gramíneas, arbustos y ciperáceas presentes en los primeros estadios sucesionales de los bosques neotropicales (Lang y Knight, 1983; Finegan 1996, citados por Guariguata y Ostertag, 2002).

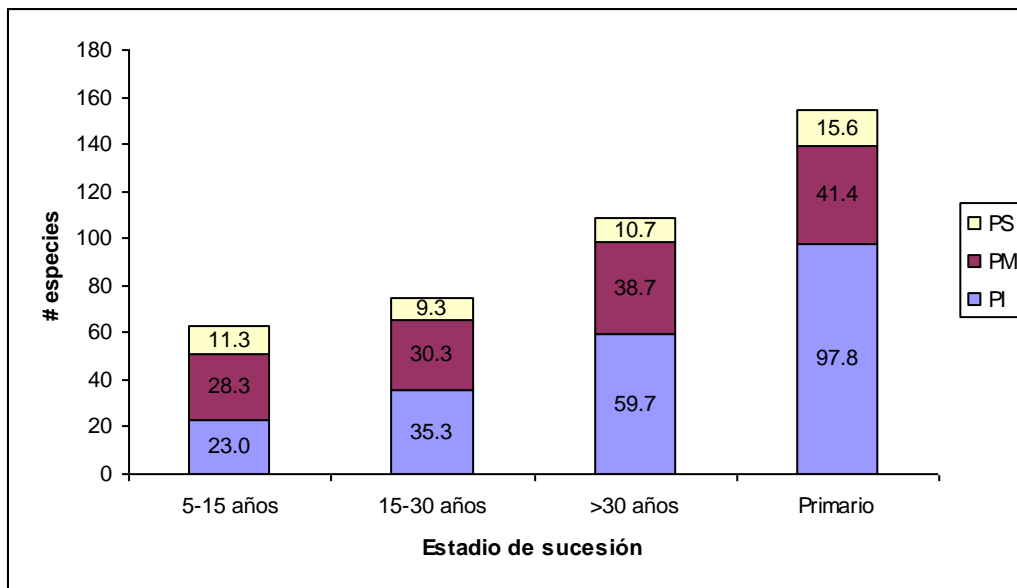


Figura 16. Distribución del número de especies (0.5 ha) por estrato de altura (PI = piso inferior, PM = piso medio, PS = piso superior) en diferentes estadios de sucesión de bosque en el Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Para los demás estadios de sucesión el mayor número de especies se presenta en el piso inferior, piso medio y superior respectivamente. La mayor diferencia se observa en el piso inferior, donde el bosque primario posee mayor número de especies en comparación a los demás tipos de bosque, sin embargo se da una recuperación de la riqueza por piso de altura conforme la sucesión del bosque es mayor. Respecto al piso medio y piso superior, la diferencia en la riqueza de especies no es muy marcada, variando de 28.3 a 41.4 especies para el estrato medio, y 11.3 a 15.6 especies para el estrato superior. De esta forma, Guariguata y Ostertag (2002) explican que aunque la riqueza de especies de plantas leñosas de los bosques secundarios puede recuperarse rápidamente respecto a los bosques primarios, la recuperación de la composición florística es un proceso más lento, más aun si se consideran los individuos del dosel, resultados que pueden observarse en el cuadro 12, donde se describe la afinidad florística por estrato de altura para los tipos de bosque.

Cuadro 12. Matriz de afinidad florística de “Morisita” para los pisos de altura en los estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa.

Piso altura	Estadio sucesión	Estadio sucesión			
		5-15años	15-30años	> 30 años	Primario
PI*	5-15años	100	13.13	13.67	2.48
	15-30años	13.13	100	37.22	6.90
	Mayor de 30	13.67	37.22	100	12.90
	Primario	2.48	6.90	12.90	100
PM*	5-15años	100	43.31	33.36	4.63
	15-30años	43.31	100	47.80	4.77
	> 30 años	33.36	47.80	100	4.90
	Primario	4.63	4.77	4.90	100
PS*	5-15años	100	58.92	32.93	0.70
	15-30años	58.92	100	48.65	1.41
	> 30 años	32.93	48.65	100	0.24
	Primario	0.70	1.41	0.24	100

*PI = piso inferior; PM = piso medio; PS = piso superior

Se observa que para el piso inferior, los bosques secundarios presentan la mayor similitud, siendo más marcada entre estadios de 15 – 30 años y mayor a 30 años (37.22%). Esta relación varía en comparación con los bosques primarios, donde el estadio mayor a 30 años es el que más se le asemeja (12.9%), y el de 5 – 15 años el que más difiere (2.48% afinidad). Para el piso medio los bosques secundarios tienen valores semejantes de afinidad respecto al bosque primario (cercaos al 5%), mientras que el bosque 15 – 30 años tiene un 47.8% de la composición florística respecto al estadio mayor a 30 años, el máximo valor para este estrato. En lo que respecta al piso superior, los bosques secundarios poseen valores de similitud muy bajos respecto al primario, siendo el estadio 15 – 30 años el más similar. Sin embargo entre bosques secundarios existe mayor afinidad, con 58.9% entre edades de recuperación de 15 – 30 años y 5 – 15 años, 32.9% entre bosques de 5 – 15 años y mayor a 30 años, y un 48.7% entre estadios mayores a 30 años y 15 – 30 años. De esta forma el dosel de rodales secundarios puede ser reemplazado por especies esciófitas semejantes a la de bosques primarios, y que se establecen generalmente en el sotobosque (Guariguata *et al*, 1997; Finegan, 1996; Finegan, 1993), pero podrían pasar cientos de años antes de un bosque secundario llegue a tener la composición florística de un bosque primario (Guariguata y Ostertag, 2002).

Patrones de composición florística de las unidades de bosque

Para el análisis de patrones florísticos se utilizó el Índice de Valor de Importancia (%IVI) de las 7 especies más importantes por unidad de bosque (parcelas permanentes de monitoreo), que en total suman catorce unidades experimentales. El análisis de conglomerados (figura 17) permitió identificar cinco tipos de bosque, estableciendo un coeficiente de fusión (eje “y”) de 0.3: dos parcelas para el primer tipo (P10 y P13; muestra de 1 ha), dos parcelas para el segundo tipo (P9 y P11; muestra de 1 ha), cuatro parcelas para el tercer tipo (P7, P1, P14, P12; muestra de 2 ha), tres parcelas para el cuarto tipo (P5, P4 y P6, muestra de 1.5 ha) y tres parcelas para el quinto tipo (P2, P3, y P8, muestra de 1.5 ha). Los tipos de bosque llevan el nombre de las especies con mayor %IVI y que estaban en común dentro de las unidades de bosque, además las distribuciones diamétricas de algunas especies se realizó en función de las unidades de bosque dónde se encontraban mayormente representadas.

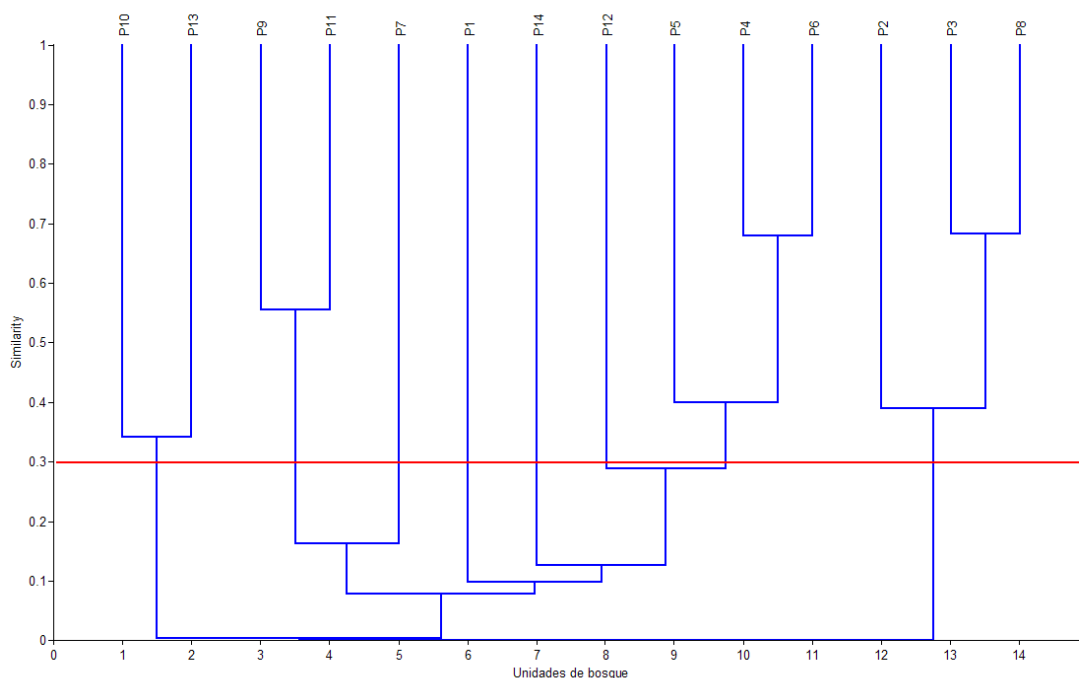


Figura 17. Dendrograma del análisis de conglomerados para los estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica

Las especies más representativas de cada tipo de bosque fueron: *Iriartea deltoidea* y una mezcla de especies de bosque primarios y secundarios para el primer tipo, *Vochysia ferruginea* y una mezcla de especies de bosques secundarios de 15 – 30 años y mayor de 30 años para el segundo tipo, una mezcla de especies de bosques secundarios de 5 – 15 años y 15 – 30 años para el tercer tipo, *Apeiba tibourbou*, *Inga multijuga* y *Luehea seemannii* para el cuarto tipo, y por último *Tetragastris panamensis* y *Caryocar costarricense* para el quinto tipo de bosque.

A partir de lo anterior, se establecieron los nombres para cada tipo de bosque:

1. Bosque primario de *Iriartea deltoidea* y especies mixtas.
2. Bosque de *Vochysia ferruginea* y especies mixtas de bosques secundarios.
3. Bosques secundarios de especies mixtas.
4. Bosque de *Apeiba tibourbou*, *Inga multijuga* y *Luehea seemannii*.
5. Bosque de *Tetragastris panamensis*, *Symphonia globulifera* y *Caryocar costarricense*.

Para el primer tipo de bosque, *Iriartea deltoidea* es común en las dos unidades de bosque primario situadas en la región de Los Mogos y Bahía Chal, al norte de la Península de Osa, y además está entre las primeras especies con mayor importancia ecológica. Según CATIE (2000) esta especie crece en condiciones de bosques poco intervenidos, cómo las presentes en los bosques primarios en estudio. También se describe que es una palma del subdosel (15 – 25 m de altura), dónde su necesidad de luz es mayor conforme su tamaño aumenta, sin embargo su reclutamiento no depende de claros grandes y los brinzales pueden permanecer mucho tiempo el sotobosque (CATIE, 2000). En la figura 18 se muestra la distribución diamétrica de los individuos.

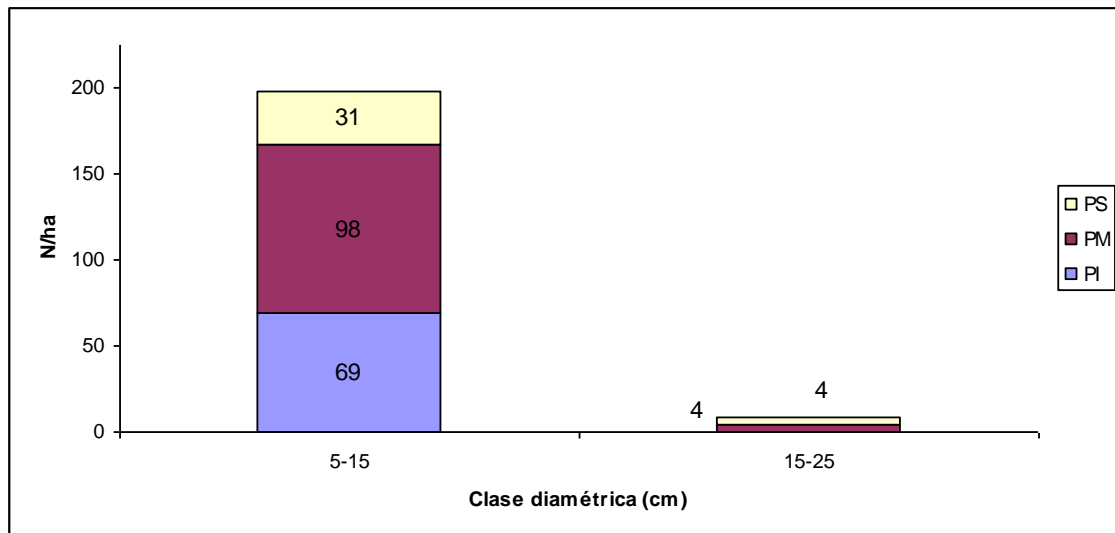


Figura 19. Distribución diamétrica por piso de altura de los individuos de *Iriartea deltoidea* en las parcelas de bosque primario de la región de Los Mogos y Bahía Chal.

Se determinaron en total 206 individuos para una muestra de una hectárea, dónde el mayor cantidad de palmas de esta especie se presentaron en el piso medio y la clase diamétrica de 5 – 15 cm respectivamente. Según Vormisto *et al* (2004) esta especie se encuentra entre las palmas con mayor abundancia y dominancia para regiones de Iquitos – Pebas en Perú, y Yasumi de Ecuador en la Amazonia. En lo que respecta a las especies mixtas de este tipo de bosque, se pueden nombrar *Peltogyne purpurea*, *Compsonera excelsa*, *Virola surinamensis*, *Guarea aff. grandifolia*, *Carapa nicaraguensis* y *Amphirrhox longifolia* cómo las más importantes en el sector de Los Mogos, mientras que para la zona de Bahía Chal *Cecropia insignis*, *Miconia multispicata*, *Pausandra trianaea*, *Pouroma bicolor*, *Pouteria laevigata* y *Virola sebifera* fueron las de mayor %IVI.

Para el “Bosque de *Vochysia ferruginea* y especies mixtas de bosques secundarios”, cómo su nombre lo indica la especie con mayor peso ecológico y común en las dos parcelas (P9 región de Matapalo y P11 región de Los Mogos) fue *Vochysia ferruginea*,. En la figura 20 se muestra la distribución diamétrica de los individuos.

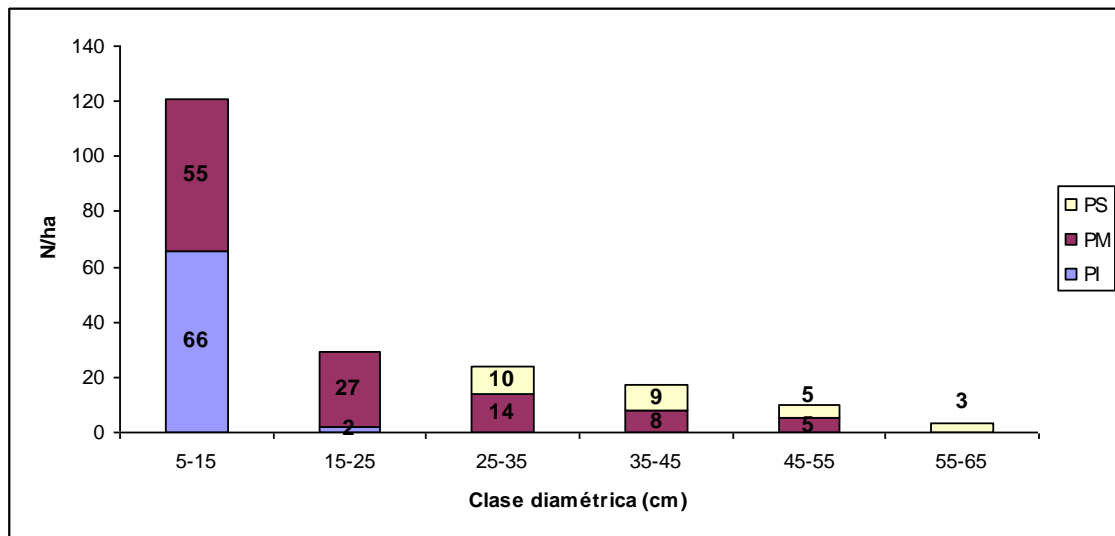


Figura 20. Distribución diamétrica por piso de altura de los individuos de *Vochysia ferruginea* en las parcelas de bosques secundarios de la región de Río Piro y Los Mogos.

En total se distribuyeron 204 árboles/ha en seis clases diamétricas, donde la mayor abundancia se presentó en el piso inferior y medio de la clase de 5 – 15 cm; el número de individuos es menor conforme aumenta la clase de diámetro. Esta especie es considerada comercial con diferentes usos maderables e incluidas en el gremio de heliófitas durables (Sancho y González, 2006; Jiménez *et al*, 1999, Fedlmeier, 1996; CATIE, 2000; Finegan, 1993). Además Vílchez *et al* (2008) menciona un patrón subanual (floración o fructificación en cualquier época del año) fenológico para esta especie, con un rango de 1 semana a 5 meses de frutos, que podría favorecer su abundancia en estos bosques. De acuerdo a sus características de requerimientos lumínicos, biología y reproducción se le puede encontrar formando rodales puros terrenos abandonados y claros grandes (CATIE, 2000).

“Los bosques secundarios de especies mixtas” se encuentra representado por estadios de 5 – 15 años (P7, P12 y P14) y una unidad de bosque de 15 – 30 años (P1). Por ende, las especies que dominan estos bosques son principalmente heliófitas efímeras y durables de las primeras etapas de

sucesión. Saldarriaga *et al* (1988) y Guariguata *et al* (1997) indican que variaciones fenológicas que se observan entre especies y limitaciones espaciales que supone la dispersión, podrían ser las responsables de las profundas diferencias florísticas que pueden mostrar los rodales secundarios, aun cuando la edad y el uso anterior del suelo sean similares. Por otro lado entre mayor fue la intensidad con que un sitio fue utilizado, disminuyen las posibilidades de que el bosque secundario se regenere a partir del banco de semillas, y de forma más lenta se de una recuperación de la composición florística (Guariguata y Ostertag, 2002). Por eso es común encontrar diferencias, por ejemplo entre los estadios de 5 – 15 años de edad en cuanto a especies de mayor Índice de Valor de importancia se refiere. Especies como *Alchornea costaricensis*, *Psidium guajava* y *Piper aduncum* son las de mayor peso en la parcela 14 en la región de Los Mogos. Para el mismo sector en la parcela 12 se destacan *Luehea seemannii*, *Goethalsia meiantha* y *Myriocarpa longipes*, esta última especie característica de ambientes riparios como los presentes en esta parcela. Mientras que para la parcela 7 en la región de Matapalo las especies *Trichospermum galeotii*, *Inga thibaudiana*, *Apeiba tibourbou* y *Siparuna gesnerioides* fueron las más representativas.

El cuarto tipo de bosque está representado *Apeiba tibourbou*, *Inga multijuga* y *Luehea seemannii*, estas especies se encuentran entre las siete con mayor %IVI y son comunes en las tres unidades de bosque, dos mayores de 30 años (P4 y P6), y una con edad de 15 – 30 años (P5) en la Región de Río Piro. Finegan (1996) indica que las especies antes descritas son típicas de bosques secundarios tropicales, además de pertenecer al gremio de las heliófitas durables (Sancho y González, 2006). En la figura 21 se muestra la distribución diamétrica de los individuos.

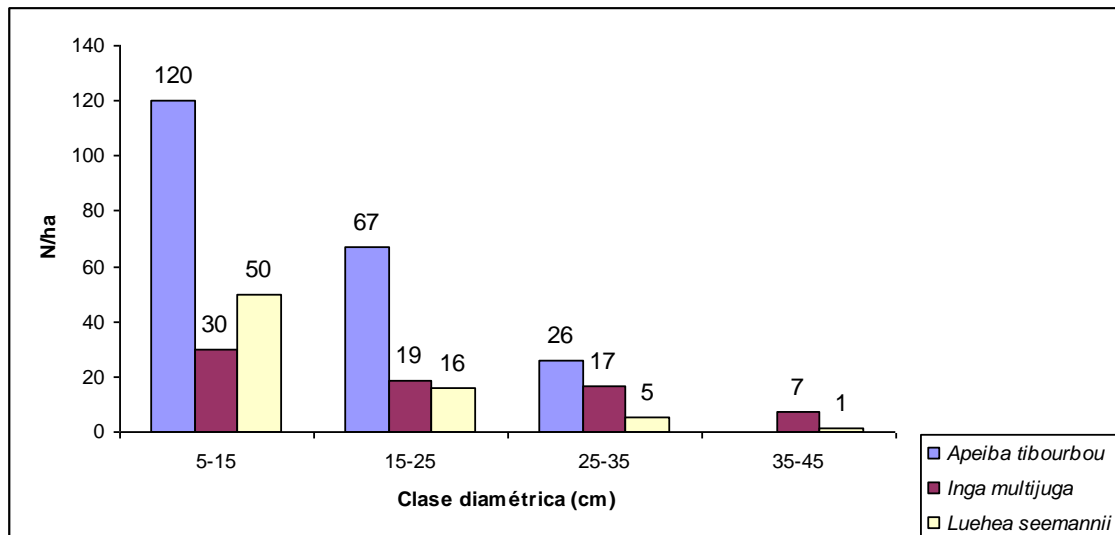


Figura 20. Distribución diamétrica de los individuos de *Apeiba tibourbou*, *Inga multijuga* y *Luehea seemannii* en las parcelas de bosques secundarios de la región de Río Piro.

Apeiba tibourbou presenta la mayor cantidad de individuos en las primeras tres clases en comparación con las otras especies, sin embargo tiene faltante de individuos en la clase 35 – 45 cm. Esta especie es colonizadora y requiere altos niveles de luz para su establecimiento y desarrollo. Su hábito semidecíduo le provee cierta resistencia a la sequía, además la caída de sus frutos coincide con el inicio de la época lluviosa, lo que permite a las semillas establecerse lo mejor posible antes de la época seca; estas características podrían permitir el éxito de colonización, desarrollo y dominancia en los bosques secundarios (Harmon, 2003). Por otro lado *Luehea seemannii* e *Inga multijuga* poseen características similares en cuanto a requerimientos lumínicos se refiere y su frecuencia en bosques secundarios (Harmon, 2003, Zamora y Pennington, 2001, CATIE, 2000). En el caso de *Inga multijuga* se le encuentra asociada a vegetación costera o cerca de esta, característica que comparten las unidades de bosque domiandas por estas especies.

El quinto tipo de vegetación denominado “bosques de *Tetragastris panamensis*, *Symphonia globulifera* y *Caryocar costaricense*” está conformado por bosques primarios, dos ubicados en la zona de Río Piro (P2 y P3) y una en la zona de Matapalo. Aunque las especies antes mencionadas no son las primeras en

cuanto a peso ecológico se refiere, se encuentran entre las siete con mayor valor, y son comunes en las parcelas. Para este caso se decidió incluir a *S. globulifera* por aunque no estaba presente entre las siete especies de mayor peso en la parcela tres, su valor era muy semejante a la séptima especie en esta unidad de bosque, y por ende se determinó importante su inclusión. En la figura 21 se muestra la distribución diamétrica de los individuos, donde *T. panamensis* y *S. globulifera* presentan una alta abundancia, y *C. costarricense* una baja abundancia, pero los pocos individuos son de gran porte diamétrico.

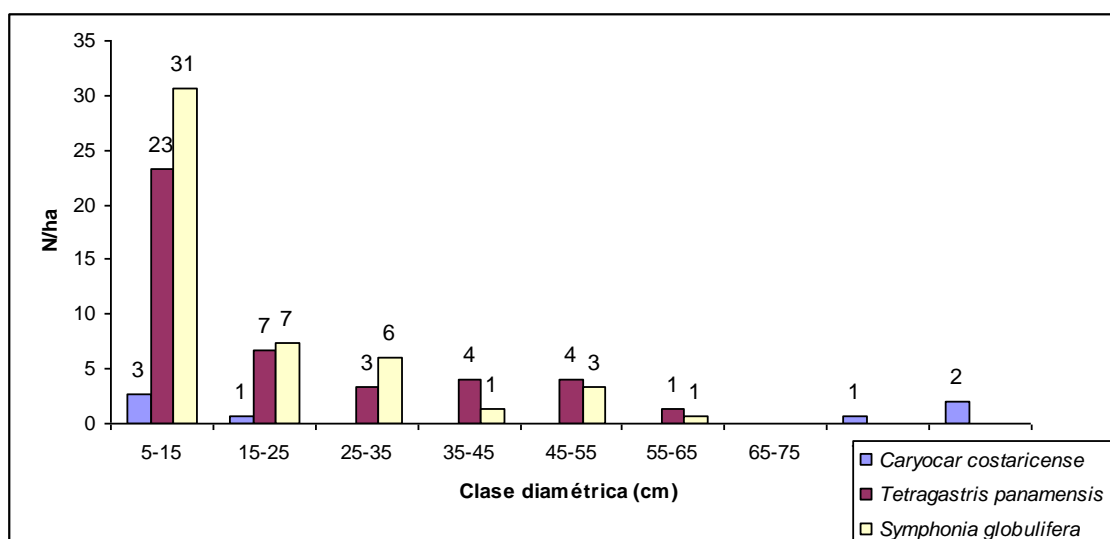


Figura 20. Distribución diamétrica de los individuos de *Tetragastris panamensis*, *Symphonia globulifera* y *Caryocar costarricense* en las parcelas de bosques primarios en la regiones de Río Piro y Matapalo.

Las tres especies corresponden al gremio esciófita (Sanchú y González, 2006) y grupo de especies maderables (Quesada *et al* 1997; Jiménez *et al*, 1999). En el caso de *T. panamensis* y *S. globulifera* se observa que la mayor cantidad de individuos se presenta en la primera clase, y estos disminuyen conforme su diámetro aumenta. Para el caso de *C. costarricense* se observa que su valor alto en %IVI se da por los árboles en las clases mayor a 75 cm de diámetro, que aportan 4.9 m²/ha en estos bosques. Por otro lado se observa que la cantidad de árboles presentes en las primeras clases (de 5 hasta 25 cm) son similares a las categorías mayores (> 75 cm), y existe un vacío de individuos en un rango 25 cm hasta 75cm.

Sin embargo otras especies son de igual importancia, pero no son constantes en cuánto a mayor índice de Valor de Importancia se refiere en las tres unidades de bosque: *Brosimum utile*, *Socratea exorrhiza*, *Vantanea barbourii*, *Perebea hispidula*, *Gustavia brachycarpa*, *Dialium guianense*, *Guarea williansii*, *Virola koschnyi* y *Protium aff. ravenii*. En los anexos 17, 18, 19 y 20 se adjunta el Índice de Valor de Importancia para las parcelas analizadas en el presente estudio.

Resultados del muestreo diagnóstico

Según Hutchinson (1993) el “muestreo diagnóstico” es una operación intencionada para estimar la productividad potencial de un rodal, además de esto aproxima la necesidad de tratamientos silviculturales de los deseables sobresalientes (DS) (Quesada, 2003). En el cuadro 13 se muestran los resultados por tipo de bosque y gremio ecológico para los deseables sobresalientes muestreados.

Cuadro 13. Número de deseables sobresalientes (≥ 10 cm) (N/ha) y área basal (g = m²/ha) por gremio ecológico, y pruebas de Duncan* para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Tipo bosque	Gremio ecológico						N**	Unidades vacías***	g*
	E		HD		HE				
	N	g	N	g	N	g			
5-15 años	1.3	0.02	15.3	0.91	0.0	0.00	16.7	83.3	0.93 a
15-30 años	3.3	0.12	26.7	1.71	0.0	0.00	30.0	70.0	1.84 a
>30 años	6.0	0.17	44.0	4.64	0.7	0.12	50.7	49.3	4.92 b
Primario	41.2	4.22	5.6	0.54	0.0	0.00	46.8	53.2	4.76 b

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

**Corresponde al total de deseables sobresalientes (DS), sub – parcelas de 10 x 10m ocupadas por DS y su porcentaje en una hectárea con 100 submuestras de 10 x 10m.

***Total de sub parcelas de 10x10m que no se encuentran ocupadas por deseables sobresalientes.

Para Lamprecht (1990), se considera suficiente cuando el 40% de las submuestras de 10 x 10m están ocupadas por DS. Valores mayores favorecen la toma decisiones sobre el manejo de los bosques (Quesada, 2003). Por otro lado experiencias de CATIE (2001) citadas por Louman *et al* (2001) en Costa

Rica, indican 33 DS (≥ 10 cm) por hectárea asegura una próxima cosecha en bosques dónde ya se ha realizado manejo.

De acuerdo a los resultados del cuadro 13, no se determinaron diferencias ($p > 0.05$) para el número DS por hectárea en función del estadio de sucesión, sin embargo para el área basal se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), dónde los estadios de 5 – 15 años y 15 30 años no difieren estadísticamente. Los bosques > 30 años y primarios tampoco presentan diferencias entre ellos, sin embargo estos dos estadios son mayores en cuanto al área basal se refiere en comparación a los estadios más jóvenes. Los estadios de 5 – 15 años y 15 – 30 años están ocupados por 16.7 y 30 DS por hectárea respectivamente, lo que es igual a decir que 83.3 y 70 subunidades de muestreo están desocupadas. Según los criterios de Lamprecht (1990) y CATIE (2001) todavía no proporcionan los deseables sobresalientes suficientes para asegurar una productividad a corto plazo. También sería necesario aplicar actividades que favorezcan el establecimiento y regeneración de especies comerciales deseables (Louman *et al* 2001), o realizar el mismo muestreo después de un año dónde posiblemente nueva regeneración ya se ha establecido, de forma contraria sería necesario plantar (Lamprecht, 1990). Para estos dos tipos de bosque el número de árboles y área basal está distribuido en especies heliófitas durables principalmente, y en menor valor para especies heliófitas efímeras.

En lo que respecta a los bosques mayores de 30 años y primarios, el número de deseables sobresalientes supera los valores establecidos por la literatura (Lamprecht, 1990; CATIE, 2001). Para el estadio > 30 años, 44 subunidades están ocupadas por deseables sobresalientes perteneciente al gremio de heliófitas durables y un área basal de $4.64 \text{ m}^2/\text{ha}$, 6 subunidades están ocupadas por individuos esciófitos y un área basal de $0.17 \text{ m}^2/\text{ha}$, y sólo 0.7 individuos/ha corresponden a heliófitas efímeras con área basal de $0.12 \text{ m}^2/\text{ha}$. En lo que respecta al bosque primario no se determinaron DS correspondiente al gremio de heliófitas efímeras, 41.2 subunidades/ha están ocupadas por árboles esciófitos y un área basal de $4.22 \text{ m}^2/\text{ha}$, y 5.6 subunidades están ocupadas por individuos heliófitos durables con área basal de $0.54 \text{ m}^2/\text{ha}$. En

total los bosques > 30 años presentaron en promedio 50.7 DS/ha y 4.92 m²/ha, mientras que los bosques primarios 46.8 DS/ha y 4.76 m²/ha.

En el cuadro 14 se muestran los resultados de la clase de iluminación de copa o posición de copa por clase de diámetro para los DS en los diferentes estadios de bosque. Los estadios de 5 – 15 años, 15 – 30 años y mayor de 30 años más del 90% de los DS poseen buena iluminación (PC = 1+2), mientras que para el bosque primario el 55.6% de los DS poseen iluminación aceptable o deficiente. Para los bosques mayores de 30 años y primarios el 56.4% y 59% de los DS presentan diámetros mayores a 30 cm y menores al diámetro mínimo de corta de 60cm. Para los bosques de 5 – 15 años y 15 – 30 años más del 55% de los árboles deseables poseen un diámetro menor a 30 cm.

Cuadro 14. Número de deseables sobresalientes* (N/ha) por clase de diámetro (cm) y posición de copa (PC) para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Tipo de bosque	PC*	Clase diamétrica					Total
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
5-15 años	Aceptable (3)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
	Bueno (1+2)	8.0	2.7	2.7	2.0	0.7	16.0
	Deficiente (4+5)	0	0	0	0	0	0
Total 5-15 años		8.7	2.7	2.7	2.0	0.7	16.7
15-30 años	Aceptable (3)	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
	Bueno (1+2)	8.7	6.7	10.7	2.0	0.0	28.0
	Deficiente (4+5)	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Total 15-30 años		10.0	6.7	11.3	2.0	0.0	30.0
> 30 años	Aceptable (3)	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
	Bueno (1+2)	6.0	12.0	12.7	9.3	6.0	46.0
	Deficiente (4+5)	2.7	1.3	0.0	0.0	0.0	4.0
Total > 30 años		8.7	13.3	13.3	9.3	6.0	50.7
Primario	Aceptable (3)	0.8	3.2	3.2	2.0	0.8	10.0
	Bueno (1+2)	0.8	3.2	6.0	6.4	4.4	20.8
	Deficiente (4+5)	3.6	7.6	3.2	1.6	0.0	16.0
Total Primario		5.2	14.0	12.4	10.0	5.2	46.8

* Posición copa: 1 = árbol emergente o en claro, iluminación vertical y lateral; 2 = dosel superior y luz vertical plena; 3 = dosel medio y alguna iluminación vertical; 4 = dosel inferior e iluminación lateral; 5 = sotobosque sin ninguna iluminación directa.

El cuadro 15 muestra los resultados de la forma de copa de los DS por clase de diámetro. Los estadios de 5 – 15 años y 15 – 30 años el 71.9% y 69% de los árboles deseables poseen buena forma de copa (FC = 1+2) distribuidos en las

primeras tres clases diamétricas. El 55.2% de los árboles deseables en los bosques mayores de 30 años poseen una forma de copa aceptable o deficiente, principalmente aportado por individuos de la especie *Laetia procera*, dónde la copa se quiebra cuando los árboles alcanzan diámetros aproximadamente mayores a 30 cm generalmente (observación personal). El 47% de los DS de bosques primarios poseen una forma de copa aceptable o deficiente.

Cuadro 15. Número de deseables sobresalientes (N/ha) por clase de diámetro (cm) y forma de copa (FC) para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Tipo de bosque	FC*	Clase diamétrica					Total
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
5-15 años	Aceptable (3)	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.7
	Bueno (1+2)	5.3	1.3	2.7	2.0	0.7	12.0
	Deficiente (4+5)	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	2.0
Total 5-15 años		8.7	2.7	2.7	2.0	0.7	16.7
15-30 años	Aceptable (3)	2.0	0.0	1.3	1.3	0.0	4.7
	Bueno (1+2)	6.0	6.0	8.0	0.7	0.0	20.7
	Deficiente (4+5)	2.0	0.7	2.0	0.0	0.0	4.7
Total 15-30 años		10.0	6.7	11.3	2.0	0.0	30.0
> 30 años	Aceptable (3)	0.7	4.0	6.0	2.7	0.7	14.0
	Bueno (1+2)	3.3	4.7	4.0	6.0	4.7	22.7
	Deficiente (4+5)	4.7	4.7	3.3	0.7	0.7	14.0
Total > 30 años		8.7	13.3	13.3	9.3	6.0	50.7
Primario	Aceptable (3)	1.2	3.6	4.8	3.2	1.2	14.0
	Bueno (1+2)	2.8	8.4	6.0	5.2	2.4	24.8
	Deficiente (4+5)	1.2	2.0	1.6	1.6	1.6	8.0
Total Primario		5.2	14.0	12.4	10.0	5.2	46.8

*Forma copa: 1 = círculo completa y perfecto; 2 = círculo irregular y bueno; 3 = media copa y tolerable; 4 = menos de media copa y pobre; 5 = unas pocas ramas y muy pobre.

En lo que respecta a la infestación de lianas (cuadro 16) en los deseables sobresalientes (DS), el 79.4%, 80%, 85.4% y 83.3% en orden de sucesión de bosque poseen una infestación de lianas “1 y 2” respectivamente, y por ende no compiten por luz. Según la clasificación de Morales (1998) y Segura (2000) citados por Quesada (2003), la infestación de lianas o bejucos se basa en dos clasificaciones: ausencia de bejucos que interfieren en el crecimiento del LD y presencia de bejucos que interfieren en el crecimiento del DS. Se deduce que en general los bosques no presentan problemas por competencia de lianas en los DS.

Cuadro 16. Número de deseables sobresalientes (N/ha) por clase de diámetro (cm) y grado de infestación de lianas (lianas) para distintos estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Tipo de bosque	Lianas	Clase diamétrica					Total
		10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
5-15 años	1	4.0	1.3	2.0	0.7	0.7	8.7
	2	2.7	0.7	0.7	0.0	0.0	4.0
	3	1.3	0.7	0.0	1.3	0.0	3.3
	4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
	Total 5-15 años		8.7	2.7	2.7	2.0	0.7
15-30 años	1	6.0	5.3	6.0	1.3	0.0	18.7
	2	2.7	0.7	1.3	0.7	0.0	5.3
	3	0.7	0.0	2.7	0.0	0.0	3.3
	4	0.7	0.7	1.3	0.0	0.0	2.7
	Total 15-30 años		10.0	6.7	11.3	2.0	0.0
> 30 años	1	4.7	8.7	7.3	6.0	3.3	30.0
	2	1.3	4.0	4.0	2.0	2.0	13.3
	3	1.3	0.0	1.3	0.7	0.7	4.0
	4	0.0	0.7	0.7	0.7	0.0	2.0
	5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
	Total > 30 años		8.7	13.3	13.3	9.3	6.0
Primario	1	3.2	5.6	4.8	3.6	2.4	19.6
	2	1.6	7.6	4.4	4.4	2.0	20.0
	3	0.4	0.8	0.4	0.8	0.0	2.4
	4	0.0	0.0	2.0	0.8	0.4	3.2
	5	0.0	0.0	0.8	0.4	0.4	1.6
	Total Primario		5.2	14.0	12.4	10.0	5.2

*Lianas: 1 = sin lianas; 2 = lianas no alcanzan el nivel de la copa; 3 = lianas alcanza la copa y compiten por luz; 4 = lianas dominan la copa; 5 = lianas estrangulan y oprimen el árbol.

Quirós (1998) citado por Louman *et al* (2001) estima un total de 33 DS/ha para un bosque en la zona atlántica de Costa Rica, donde 9 poseían buena iluminación (PC = 1+2), 16 árboles deseables con iluminación aceptable y 8 claramente compitiendo por luz. Saravia y Leño (1999) estiman para bosques intervenidos en Bolivia un 49.67%, 45.37% y 23.2% del área ocupada por DS., donde el 50% aproximadamente se agrupa en la clase de 5 – 9.9 cm de diámetro; mientras que entre el 27.79% y 41,8% se distribuyen en la clase de 20 – 50 cm. Además la mayoría de individuos presentan buena iluminación de copa, seguido de luz aceptable y deficiente. En otros estudios citados por Saravia y Leño (1999), indican que en sitio el Dorado, Misiones, Argentina, con bosques intervenidos en los años 60 y un bosque primario, aproximadamente el 50% del área estaba ocupada por deseables sobresalientes con diámetro \geq a 10 cm, y la mayoría presentaba buena

iluminación de copa. Hutchinson (1993) en un bosque de Pérez Zeledón, Costa Rica, determina que el 70% del área muestreada presentaba deseables sobresalientes en un rango de 10 a 39 cm, dónde el 31% de los árboles tenía buena iluminación.

Estado de conservación de la especies

Se determinaron 46 especies clasificadas en algún tipo de estado de conservación según la literatura recopilada, de las cuales 5 también son especies endémicas: *Aiouea obscura*, *Inga bella*, *Inga jimenezii*, *Inga litoralis* y *Williamodendron glaucophyllum*. Además un total de 26 especies son endémicas de Costa Rica, que correspondiente al 6,2% de las especies encontradas en el presente estudio (432 especies): *Aiouea obscura*, *Ardisia dunlapiana*, *Coccoloba standleyana*, *Desmopsis verrucipes*, *Duroia costaricensis*, *Ficus osensis*, *Guarea aguilarii*, *Guatteria pudica*, *Inga jimenezii*, *Inga litorales*, *Licania operculipetala*, *Licaria pergamentacea*, *Miconia osaensis*, *Mortoniendron cauliflorum*, *Ocotea multiflora*, *Ouratea rinconensis*, *Parathesis acostensis*, *Pleurothyrium golfodulcensis*, *Pleurothyrium pauciflorum*, *Sapium allenii*, *Sloanea guapilensis*, *Unonopsis osae*, *Vachellia allenii*, *Williamodendron glaucophyllum*. Las familias que presentan mayor número de especies endémicas son Lauraceae (6 especies), Fabaceae (4 especies), Annonaceae (3 especies) y Myrsinaceae (2 especies). En el cuadro 17 se detalla el número de especies por tipo de bosque que se encuentran catalogadas con algún tipo de peligro, además se muestra la cantidad de especies endémicas.

Cuadro 17. Número de especies por tipo de bosque que se encuentran categorizadas según CITES (2008), IUCN (2008), Estrada *et al* (2005), Decreto 25700, Soto y Jiménez (1992) y endémicas (Aguilar y Cornejo, 2010; GRUAS II, 2007) para los bosques secundarios muestreados del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Estado	CITES (2008)	IUCN (2008)	Estrada <i>et al</i> (2005)	Decreto 25700	Soto y Jiménez (1992)	Endémicas
5-15 años		1	2		1	
15-30	1	6	2		2	1
>30	1	7	11		7	11
Primario	1	14	20	2	11	21

De todas las clasificaciones del cuadro anterior, los bosques primarios presentan mayor cantidad especies con algún grado de peligro y endémicas respecto a los bosques secundarios, sin embargo se nota un aumento de estas especies conforme el estadio de sucesión es mayor. Dos de las especies antes descritas se encuentran vedadas según el Decreto 25700: *Anthodiscus chocoensis* y *Caryodaphnopsis burgeri*, la primera, en Costa Rica sólo se encuentra en la Península de Osa, es proveniente de Sur América y es en este lugar dónde alcanza su límite de distribución (Quesada *et al*, 1997). Por otro lado *C. burgeri* se consideraba endémica en la literatura consultada (GRUAS II, 2007; Jiménez *et al*, 1999; Quesada *et al*, 1997), sin embargo también se conoce esta especie en Panamá (Tropicos, 2009) (cuadro 19). Para *A. chocoensis* sólo se encontró 2 árboles/ha en el bosque primario de Bahía Chal, y 4 árboles/ha para *C. burgeri* en el mismo bosque. Los demás bosques tuvieron ausencia de estas especies.

Según las regiones establecidas en este estudio, el bosque primario y la región de Bahía Chal es el sitio que presenta mayor endemismo con 12 especies, seguido de otro bosque primario en la región de Los Mogos con 9 especies, y un bosque mayor de 30 años en Los Mogos con 8 especies (Cuadro 18 y 19). Según Quesada *et al* (1997), Maldonado (1997) y Aguilar (comunicación personal) la mayor diversidad florística y endemismo de la Península de Osa se encuentra en sitios cercanos del Río Rincón. Posiblemente por esta razón el bosque primario del sector de Bahía Chal es el que presenta mayor endemismo.

Según la clasificación de la IUCN (2008), los bosques primarios albergaron la mayor cantidad de especies con algún grado de amenaza, sin embargo el bosque mayor de 30 años posee el mayor número de especies en peligro (EN = 4). La mayor cantidad de especies se presenta casi amenazada (LR/nt), y su número es mayor en los bosques primarios (6 especies) (figura 21).

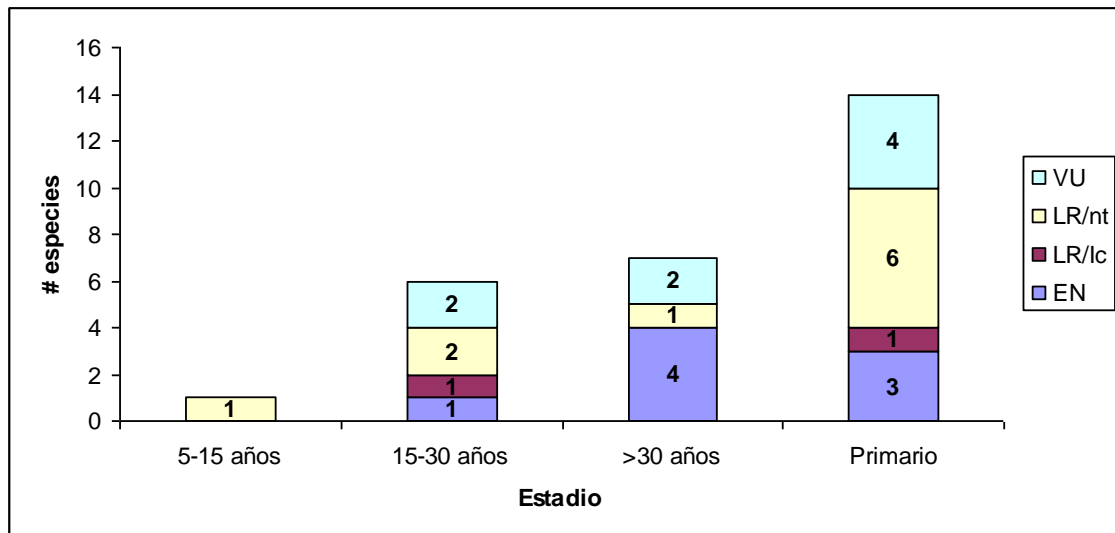


Figura 21. Cantidad de especies por estado de conservación según IUCN (2008) para los diferentes estadios de sucesión de bosque del Corredor Biológico Osa, Costa Rica. Dónde: EN = En Peligro, VU = Vulnerable LR/lc = Preocupación menor, LR/nt = Casi amenazada.

La única especie en peligro (EN) en los bosques de 15 – 30 años corresponde a *Inga litoralis*. Para el estadio mayor de 30 años *Inga bella*, *Inga jimenezii*, *Inga litoralis* y *Zanthoxylum panamensis* son las especies en peligro. Mientras que para los bosques primarios *Inga litorales*, *Quararibea platyphylla* y *Aiouea obscura* son las especies clasificadas como en peligro. En general las especies casi amenazadas (LR/nt) corresponden a *Astrocaryum alatum*, *Guarea tonduzii*, *Protium panamense*, *Crossopetalum parviflorum*, *Minquartia guianensis*, *Rinorea crenata*, *Capparidastrum discolor*. En el cuadro 18 y 19 se describe la recopilación del estado de conservación de las especies de acuerdo al tipo de bosque y sector en la Península de Osa.

Es importante destacar la presencia de 5 especímenes que posiblemente puedan corresponder a especies nuevas para la ciencia y están a nivel de género. Tres de ellas están ya en las bases de datos del INBio: *Laetia* spA., *Virola* spA. y *Garcinia* sp. Dos especies todavía no se encuentran en estas bases de datos pero ya han sido observadas por botánicos como Alexander Rodríguez y Reinaldo Aguilar: *Trichilia* spA. e *Hirtella* spA. En el caso de *Laetia* spA. se encuentra en un bosque primario de la región de Piro y representada

por un solo individuo. *Virola* spA. también está en la misma región pero en un bosque de 15 – 30 años y un primario. *Hirtella* spA. y *Garcinia* sp. se encuentran en el bosque primario de Bahía Chal, mientras que *Trichilia* spA. se encuentra en los bosques primarios de Los Mogos y Bahía Chal.

Cuadro18. Recopilación del estado de conservación de especies vegetales según CITES (2008), IUCN (2008), Estrada *et al* (2005), Decreto 25700, Soto y Jiménez (1992) y endémicas (Aguilar y Cornejo, 2010; GRUAS II, 2007) para los bosques secundarios muestreados del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Tipo bosque	Región	N. científico	CITES (2008)	IUCN (2008)	Estrada <i>et al</i> (2005)	Decreto No 25700	Soto y Jiménez (1992)	Endémicas
5-15 años	Matapalo	<i>Simaba cedron</i>					x	
		<i>Brosimum utile</i>			VU			
	Los Mogos	<i>Ceiba pentandra</i>				VU		
		<i>Protium panamense</i>			LR/nt			
15-30 años	Matapalo	<i>Aegiphila panamensis</i>		VU				
		<i>Cecropia obtusifolia</i>		LR/lc				
	Río Piro	<i>Astrocaryum alatum</i>		NT				
		<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
		<i>Cecropia obtusifolia</i>		LR/lc				
		<i>Guarea tonduzii</i>		LR/nt				
		<i>Inga litoralis</i>		EN				x
		<i>Simaba cedron</i>					x	
<i>Stemmadenia donnell smithii</i>			LC					
>30 años	Los Mogos	<i>Coccoloba standleyana</i>						x
		<i>Couratari guianensis</i>		VU	EN		x	
		<i>Dicranostyles ampla</i>			EN			
		<i>Guarea aguilarii</i>						x
		<i>Miconia osaensis</i>						x
		<i>Ocotea multiflora</i>						x
		<i>Parathesis acostensis</i>						x
		<i>Peltogyne purpurea</i>			VU		x	
		<i>Pleurothyrium golfodulcensis</i>						x
		<i>Pleurothyrium pauciflorum</i>						x
	Río Piro	<i>Protium panamense</i>		LR/nt				
		<i>Terminalia amazonia</i>			VU			
		<i>Vachellia allenii</i>						x
		<i>Vantanea barbourii</i>			EN		x	
		<i>Batocarpus costaricensis</i>			VU		x	
		<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
		<i>Inga bella</i>		EN				x
		<i>Inga jimenezii</i>		EN				x
<i>Inga litoralis</i>		EN				x		
Río Piro	<i>Simaba cedron</i>					x		
	<i>Stemmadenia donnell smithii</i>			LC				
	<i>Tabebuia chrysantha</i>			VU				
	<i>Tachigali versicolor</i>			EN		x		
	<i>Terminalia oblonga</i>			VU				
	<i>Vantanea barbourii</i>			EN		x		
	<i>Zanthoxylum panamensis</i>		EN					

EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada., LR/lc = Preocupación menor, LR/nt = Casi amenazada.

Cuadro. Recopilación del estado de conservación de especies vegetales según CITES (2008), IUCN (2008), Estrada *et al* (2005), Decreto 25700, Soto y Jiménez (1992) y endémicas (Aguilar y Cornejo, 2010; GRUAS II, 2007) para los bosques secundarios muestreados del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Región	N. científico	CITES (2008)	IUCN (2008)	Estrada <i>et al</i> (2005)	Decreto No 25700	Soto y Jiménez (1992)	Endémicas
Matapalo	<i>Brosimum costaricanum</i>					x	
	<i>Brosimum utile</i>			VU			
	<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
	<i>Crossopetalum parviflorum</i>		LR/nt				
	<i>Minquartia guianensis</i>		LR/nt			x	
	<i>Parathesis acostensis</i>						x
	<i>Tachigali versicolor</i>			EN		x	
	<i>Tocoyena pittieri</i>		VU				
	<i>Unonopsis osae</i>						x
	<i>Vantanea barbourii</i>			EN		x	
Los Mogos	<i>Ardisia dunlapiana</i>						x
	<i>Batocarpus costaricensis</i>			VU		x	
	<i>Brosimum utile</i>			VU			
	<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
	<i>Chaunochiton kappleri</i>			EN			
	<i>Coccoloba standleyana</i>						x
	<i>Duroia costaricensis</i>						x
	<i>Garcinia madruno</i>			NT			
	<i>Guatteria pudica</i>						x
	<i>Humiriastrum diguense</i>			VU			
	<i>Licania operculipetala</i>						x
	<i>Ocotea multiflora</i>						x
	<i>Peltogyne purpurea</i>			VU		x	
	<i>Pouteria fossicola</i>		VU				
	<i>Pouteria lecythidicarpa</i>						x
	<i>Protium panamense</i>		LR/nt				
	<i>Qualea polychroma</i>			NT		x	
	<i>Rinorea crenata</i>		LR/nt				
	<i>Sloanea guapilensis</i>						x
<i>Symphonia globulifera</i>			NT				
<i>Talauma gloriensis</i>			NT				
<i>Terminalia amazonia</i>			VU				
	<i>Vachellia allenii</i>						x

EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada., LR/lc = Preocupación menor, LR/nt = Casi amenazada.

Continuación cuadro...

Región	N. científico	CITES (2008)	IUCN (2008)	Estrada <i>et al</i> (2005)	Decreto No 25700	Soto y Jiménez (1992)	Endémicas
Río Piro	<i>Batocarpus costaricensis</i>			VU		x	
	<i>Brosimun costaricanum</i>					x	
	<i>Capparidastrum discolor</i>		LR/nt				
	<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
	<i>Cecropia obtusifolia</i>		LR/lc				
	<i>Desmopsis verrucipes</i>						x
	<i>Ficus osensis</i>						x
	<i>Guarea tonduzii</i>		LR/nt				
	<i>Inga litoralis</i>		EN				x
	<i>Licania operculipetala</i>						x
	<i>Maranthes panamensis</i>				VU		
	<i>Oxandra venezuelana</i>				VU		
	<i>Quararibea platyphylla</i>			EN			
	<i>Simaba cedron</i>						x
	<i>Tachigali versicolor</i>				EN		x
<i>Unonopsis osae</i>							x
<i>Vantanea barbourii</i>				EN		x	
Bahía Chal	<i>Aiouea obscura</i>		EN				x
	<i>Anthodiscus chocoensis</i>		VU	CR	Vedada		
	<i>Ardisia dunlapiana</i>						x
	<i>Brosimun utile</i>			VU			
	<i>Caryocar costaricense</i>	II	VU	VU		x	
	<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>			CR	Vedada		
	<i>Coccoloba standleyana</i>						x
	<i>Duroia costaricensis</i>						x
	<i>Dussia macrophyllata</i>			VU		x	
	<i>Humiriastrum diguense</i>			VU			
	<i>Licaria pergamentacea</i>						x
	<i>Mortoniendron cauliflorum</i>						x
	<i>Ouratea rinconensis</i>						x
	<i>Parathesis acostensis</i>						x
	<i>Peltogyne purpurea</i>			VU		x	
	<i>Pleurothyrium golfodulcensis</i>						x
	<i>Protium panamense</i>			LR/nt			
	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>				EN		
	<i>Qualea polychroma</i>				NT		x
	<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>				VU		
<i>Sapium allenii</i>							x
<i>Vachellia allenii</i>							x
<i>Vantanea barbourii</i>				EN		x	
<i>Williamodendron glaucophyllum</i>						x	x

EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada., LR/lc = Preocupación menor, LR/nt = Casi amenazada.

Conclusiones

- a. Según el análisis de conglomerados, se determinaron dos grupos de bosque que se relacionan por el Índice de Importancia Familiar (%FIV): bosques primarios dónde las familias más representativas son Moraceae, Fabaceae, Arecaceae, Myristicaceae, y Clusiaceae, y bosques secundarios dónde las familias con mayor %FIV son Tiliaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Moraceae y Melastomataceae, características de bosques secundarios tropicales.
- b. Las familias Moraceae y Fabaceae tuvieron altos valores de %FIV en todos los estadios de sucesión de bosque.
- c. Tiliaceae, Anacardiaceae y Fabaceae de los bosques secundarios estuvieron representados por pocas especies pero abundante número de individuos.
- d. Sapotaceae, Lauraceae y Moraceae fueron las familias con mayor número de especies
- e. Las especies que componen las familias de los bosques secundarios pertenecen principalmente al gremio heliófito, mientras que las especies de las familias de bosques primarios son principalmente esciófitas.
- f. Los bosques primarios estuvieron más mezclados que los bosques secundarios, por ende fueron más diversos, mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0.0001$). Entre bosques secundarios no se presentaron diferencias respecto al coeficiente de mezcla.
- g. Según el índice de Shannon – Wiener los bosques primarios son más diversos que los secundarios. Entre los estadios mayores de 30 años y 5 – 15 años, y 5 – 15 años y 15 – 30 años no existen diferencias, sin embargo los bosques 5 – 15 años son menos diversos que los mayores de 30 años ($p < 0.05$).

- h. Se determinaron diferencias para el índice de dominancia y riqueza de Simpson ($p < 0.05$). El bosque 15 – 30 años es diferente a los demás estadios, por ende es menos diverso y presenta mayor dominancia de especies. Entre los estadios mayores de 30 años y 5 – 15 años, y 5 – 15 años y 15 – 30 años no existen diferencias.
- i. Para el índice de Alpha de Fisher no existen diferencias entre los bosques secundarios, sin embargo los bosques primarios son más diversos y difiere con los demás estadios respecto a este índice.
- j. Para la curva de especie – área y especie – individuos se da un aumento conforme incrementa el área y número de árboles muestreados, además la riqueza es mayor conforme el estadio de sucesión aumenta, y es máximo en los bosques primarios.
- k. Para el número de individuos por hectárea no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los tipos de bosque. El área basal por hectárea fue mayor conforme el estadio de sucesión aumentaba, encontrando diferencias entre todos los estadios ($p < 0.00001$). En la riqueza de especies también se determinaron diferencias ($p < 0.01$). Los bosques secundarios poseen una riqueza estadísticamente semejante, además los estadios mayores a 30 años no difieren respecto a los primarios.
- l. Según la distribución de individuos (N/ha) y riqueza de especies (en 0.5 ha) por clase de diámetro, se presentó una estructura discetánea en forma de J invertida para todos los bosques, donde la mayor cantidad de árboles y especies está en la clase de 5 - 15cm, y disminuye conforme se aumenta la clase diamétrica. En todas las categorías diamétricas la cantidad de especies es mayor de acuerdo al aumento en la sucesión del bosque, siendo mayor en los bosques primarios y menor en el estadio de 5 – 15 años.

- m. Para los bosques de 5 – 15 años ($10.51 \text{ m}^2/\text{ha}$), la mayor área basal se concentra en la clase de 5 – 15 cm, disminuyendo conforme el rango diamétrico es mayor. En los estadios 15 – 30 años ($19.12 \text{ m}^2/\text{ha}$) y mayor de 30 años ($27.76 \text{ m}^2/\text{ha}$), el pico de área basal se da entre 15 y 25 cm de diámetro; que comparado con la clase anterior presenta menos cantidad de árboles, pero sus diámetros son de mayor dimensión, en las siguientes clases se da disminución del área basal. El bosque primario ($34.98 \text{ m}^2/\text{ha}$) disminuye el área basal conforme la clase diamétrica aumenta hasta los 45 - 55 cm, a partir de 55 – 65 cm “g” comienza aumentar, y es máxima en la clase $> 85 \text{ cm}$.
- n. No se encontraron diferencias en riqueza de especies heliófitas efímeras para los tipos de bosque, de igual forma para el área basal.
- o. No se determinaron diferencias para la riqueza de especies heliófitas durables en todos los estadios, sin embargo el área basal difiere en los bosques secundarios siendo mayor en la edad > 30 años ($23.69 \text{ m}^2/\text{ha}$), el bosque primario y 5 – 15 años son iguales estadísticamente.
- p. La riqueza de especies esciófitas es mayor en los bosques primarios ($88.6 \text{ especies}/0.5\text{ha}$) y difiere respecto a los otros estadios. No se presentan diferencias en sucesiones > 30 años ($33 \text{ especies}/0.5\text{ha}$) y 15 – 30 años ($15.7 \text{ especies}/0.5\text{ha}$), y 5 – 15 años ($7 \text{ especies}/0.5\text{ha}$) y 15 – 30 años respectivamente, sin embargo el estadio > 30 años es mayor a 5 -15 años en riqueza. Para el área basal de este gremio, entre bosques secundarios no se encontraron diferencias, variando de $0.51 - 2.2 \text{ m}^2/\text{ha}$ y aumentando conforme la edad de abandono era mayor, mientras que el bosque primario ($30.04 \text{ m}^2/\text{ha}$) difiere respecto a los otros estadios, concentrando el 86.3% de la capacidad de carga en las especies esciófitas.
- q. Se presentan un incremento general en las especies comerciales, no comerciales y palmas conforme la sucesión del bosque es mayor, los

valores máximos se presentan en los bosques primarios. Las especies y área basal de las palmas fue igual en todos los estadios.

- r. El bosque primario posee la mayor riqueza de especies no comerciales (74 especies/0.5ha) y difiere estadísticamente respecto a todos los estadios. No se presentan diferencias en sucesiones > 30 años (48.7 especies/0.5ha) y 15 – 30 años (33 especies/0.5ha), y 5 – 15 años (25 especies/0.5ha) y 15 – 30 años respectivamente, sin embargo el estadio > 30 años es mayor a 5 -15 años en riqueza. Además el área basal de las especies no comerciales fue la misma en todos los estadios, variando entre 7.3 y 12.67 m²/ha.
- s. El bosque primario posee mayor riqueza de especies comerciales (34.4 especies/0.5ha), sin embargo este valor no difiere estadísticamente con los bosques mayores a 30 años (21 especies/0.5ha) y de 15 – 30 años (16 especies/0.5ha). Tampoco existen diferencias entre los bosques secundarios. El área basal comercial es mayor en los bosques primarios (23.49 m²/ha) y difiere respecto a los otros estadios, seguido del bosque > 30 años (15.24 m²/ha) que también difiere respecto a los demás. Entre los bosques de 5 – 15 años (3.17 m²/ha) y 15 – 30 años (6.28 m²/ha) no se encontraron diferencias. Entre mayor sea el área basal comercial el valor de los bosques aumenta.
- t. Para la estructura vertical, se encontraron diferencias en la altura máxima de los tipos de bosque ($p < 0.000001$), siendo mayor en los bosques primarios con 39.6 m, seguido de los estadios > 30 años (29 m) y 15 – 30 años (23.7 m) dónde no se determinaron diferencias, y por último los bosques de 5 – 15 años con 17 m. La mayor cantidad de individuos se agruparon en el piso medio para los bosques de 5 – 15 años y 15 – 30 años, mientras que para los bosques > 30 años y primarios la mayor abundancia se dio en el piso inferior.
- u. Para la riqueza de especies por piso de altura los bosques de 5 – 15 años fueron más diversos en el piso medio, mientras que los demás

estadios el mayor número de especies se dio en el piso inferior, piso medio y piso superior respectivamente. En lo que respecta a la afinidad florística por piso de altura, en el piso inferior la similitud mayor se dio entre los bosques de 15 – 30 años y > 30 años con 37.22%, y la menor entre los bosques primarios y 5 – 15 años con 2.48%. Para el piso medio los bosques secundarios poseen una afinidad cercana al 5% respecto al bosque primario, y la mayor semejanza se da entre los bosques de 15 – 30 años y > 30 años con 47.8%. El piso superior de los bosques primarios posee afinidades muy bajas respecto a los bosques secundarios con valores entre 0.24 y 1.41%, mientras que entre estadios secundarios la semejanza supera el 30%.

- v. Se establecieron 5 tipos de bosque según la relación del %IVI de las 7 especies más importantes por parcela: Bosque primario de *Iriartea deltoidea* y especies mixtas, Bosque de *Vochysia ferruginea* y especies mixtas de bosques secundarios, Bosques secundarios de especies mixtas, Bosque de *Apeiba tibourbou*, *Inga multijuga* y *Luehea seemannii* y Bosque de *Tetragastris panamensis*, *Symphonia globulifera* y *Caryocar costarricense*.
- w. De acuerdo al muestreo diagnóstico, no se encontraron diferencias en el número de DS por tipo de bosque ($p > 0.05$), sin embargo para el área basal de los DS si existen diferencias ($p < 0.05$). Para los bosques secundarios el mayor área basal y líderes deseables se concentra en especies heliófitas durables, mientras que en los bosques primarios en las esciófitas. El número deseables sobresalientes en estadios iniciales (5 – 15 años y 15 – 30 años) no permiten un aprovechamiento a corto plazo según la literatura, sin embargo los > 30 años y primarios poseen los DS suficientes para asegurar una cosecha futura.
- x. Para los bosques secundarios más del 90% de los DS poseen buena iluminación, mientras que 55.6% de los DS de bosques primarios poseen iluminación aceptable y deficiente. Para los estadios > 30 años y primario más del 55% de los árboles presentan diámetros mayores a 30

cm, mientras que más del 55% de los individuos deseables en bosques 5 – 15 años y 15 – 30 años poseen un diámetro menor a 30 cm.

- y. En los bosques 5 – 15 años, 15 – 30 años y primarios más del 50% de los árboles presentan una buena forma de copa, mientras que el estadio > 30 años posee un 55.2% de los árboles con una forma aceptable o deficiente. Para el grado de infestación de lianas valores superiores al 79% de los árboles no presentan competencia por luz.

- z. En general los bosques primarios albergan mayor cantidad de especies con algún grado de amenaza o endémicas, sin embargo se nota un aumento de estas especies conforme el estadio de sucesión es mayor.

- aa. En forma general los estadios de sucesión de bosque difieren en cuanto a composición florística, diversidad, estructura, productividad y resguardo de especies amenazadas y endémicas, mostrando una recuperación conforme la edad del bosque aumenta y siendo mayor en los bosques primarios.

Bibliografía

- Acosta, L. 1998. Análisis de la composición florística y estructura para dos tipos de bosque según gradiente altitudinal en la Zona Protectora la Cangreja, Puriscal. Práctica de especialidad. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 86 p.
- Altmann, J. 1998. Costa Rica en América Latina: historia inmediata. CR, FLACSO. 248 p.
- Achard, F., Belward, A.S., Eva, H.D. Frederici, S., Mollicone, D., and Raes, F. 2005. Accounting for avoided conversion of intact and non-intact forests. Technical options and a proposal for policy tool. Joint Research Center side event, UNFCCC Conference of Parties 11, December 2005.
- Aguilar, R y Cornejo, X. 2010. Plants endemic to the Osa Peninsula (en línea). The New York Botanical Garden. Consultado 08 mar 2010. Disponible en <http://sweetgum.nybg.org/osa/endemics.php>
- Ángeles, M; Finegan, B; Delgado, D; Louman; B. 2001. Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua (en línea). Revista Forestal Centroamericana. 34: 66 – 72. Consultado 23 feb 2010. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev34/pag66.pdf>
- Asquith, N. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. In: Biología y conservación de bosques neotropicales. Eds. MR Guariguata; GH Kattan. Libro Universitario Regional (LUR). Cartago, CR. 377 – 406 p.
- Barrantes, G. 2000. Aplicación de incentivos a la conservación de la biodiversidad en Costa Rica (en línea). CR. Consultado 10 abr 2009. Disponible <http://www.inbio.ac.cr/es/biod/estrategia/Paginas/PDF/Pago%20de%20Servicios%20Ambientales/PSA%20Estudio%20Caso%20CR.pdf>.

- Berry, P.E. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. In: Biología y conservación de bosques neotropicales. Eds. MR Guariguata; GH Kattan. Libro Universitario Regional (LUR). Cartago, CR. 83 -96 p.
- Berti, G. 2001. Estado actual de los bosques secundarios en Costa Rica: perspectivas para su manejo (en línea). Revista Forestal Centroamericana. 35: 29-34. Consultado 15 abr 2009. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/>
- Brokaw, N.V.L. 1987. Gap – phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. *Journal of Ecology*. 75: 9 – 19 p.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucesional precesses. Turrialba, CR. 15: 40 – 42 p.
- Calvo, J; Sánchez, A. 2007. Estudio de Monitoreo de Cobertura Forestal de Costa Rica 2005 (en línea). Consultado 11 abr 2009. Disponible <http://www.sirefor.go.cr>
- Calvo, J; Vicente, W; Bolaños, R; Quesada, C; Sánchez, A; González, P; Ramírez, M. 1999. Estudio de Cobertura Forestal de Costa Rica empleando Imágenes LANSAT 1986/87 y 1996/97 (en línea). Consultado 11 abr 2009. Disponible <http://www.sirefor.go.cr>
- Carrillo, P. 2009. Evaluación de Atributos de Alto Valor de Conservación en Bosques Naturales Propiedad de Maderas Preciosas (Costa Rica) S.A Guanacaste, Costa Rica. Tesis Lic. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 119 p.
- Cascante, M; Estrada, A. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica (en línea). *Revista Biología Tropical*. 49(1): 213 – 225. Consultado 23 feb

2010. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442001000100020&script=sci_abstract

CCT (Centro Científico Tropical, CR), WRI (World Resources Institute, US). 1991. La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el sistema de cuentas nacionales. Washington, D.C. 160 p.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, CH) 2008. Apéndices I, II, III. (en línea). Ginebra, CH. 47 p. Consultado 10 jun 2009. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/app/S-Jul01.pdf>

Clark, D.A.; Clark, D.B. 1992. Life – history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* 62: 315 – 344 p.

Clark, D.B.; Clark, D.A.; Rich, P.M. 1993. Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain forest. *Biotropica*. 25: 397 – 407 p.

Condit, R; Hubbell, S; Lafrankie, J; R. Sukumar, R; Manokaran, N; Foster, B; Ashton, P. 1996. Species-Area and Species-Individual Relationships for Tropical Trees: A Comparison of Three 50-ha Plots (en línea). *Journal of Ecology* 84(4): 549 – 562. Consultado 1 mar 2009. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/2261477>

Denslow, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica* 12 (supl.): 47 – 55 p.

Denslow, J.S. 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 18: 431 – 451 p.

Estrada Chavarría, A; Rodríguez González, A; Sánchez González, J. 2005. Evaluación y Categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica. (en línea). San José, CR. Museo Nacional de Costa Rica.

229 p. Consultado el 20 jul. 2008. Disponible en:
http://documentacion.sirefor.go.cr/archivo/CBM/categorizacion/categorizacion_especies.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Situación de los Bosques del Mundo 2009 (en línea). Roma, IT, FAO. Consultado 20 abr 2009. Disponible en <http://www.fao.org>.

Finegan, B. 1993. Bases Ecológicas de la Silvicultura. In: VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba, C.R. 229 p.

Finegan, B. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. In Actas del Taller Internacional Sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina (1997, Pucallpa, PE). Conferencia. CATIE. 106-119 p.

Finegan, B; Delgado, D. 2000. Structural and floristic heterogeneity in a 30-year-old Costa Rican rain forest restored on pasture through natural secondary succession. *Restoration Ecology* 8(4):380-393.

Finegan, B; Delgado, D. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales. 1. Los ambientes forestales tropicales y el ajuste de las especies vegetales (Borrador). 2. Comunidades de bosques tropicales: historia, perturbación y el efecto del ambiente físico (Borrador). Apuntes del curso Manejo y silvicultura de los bosques tropicales. Curso. 1998. Turrialba. C.R, CATIE. 14 – 19 p.

Fedlmeier, C. 1996. Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica. Tesis Ph. D. Traducción O.Murrillo. Gottingen, DE, Universidad de Georg-August. 177 p.

- Ferreira, C; Finegan, B; Kanninen, M; Delgado, L; Segura, M. 2002. Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. *Revista Forestal Centroamericana*. 38 (2): 44 – 50 p.
- Forero, LA. 2001. Efecto de borde y tamaño de fragmentos en la comunidad de árboles y lianas en bosques húmedos tropicales de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Guariguata, M; Chazdon, R; Denslow, J; Dupuy, J. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology* 132:107-120.
- Guariguata, MR; Ostertag, R. 2002. Sucesión secundaria. In: *Biología y conservación de bosques neotropicales*. Eds. MR Guariguata; GH Kattan. Libro Universitario Regional (LUR). Cartago, CR. 591 – 624 p.
- Hawley, R.C.; Smith, D.M. 1972. *Silvicultura Práctica*. Barcelona, ES, Omega. 544 p.
- Hidalgo, L. 2003. Costa Rica en evolución: política económica, desarrollo y cambio estructural del sistema socioeconómico costarricense (1980-2002). Editorial de la Universidad de Costa Rica – Publicaciones Universidad de Huelva. 390 p.
- Hutchinson , I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso de Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 2: 13 – 18.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, UK). 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. (en línea). Cambridge, UK. Consultado 8 jun 2009. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>

- Jiménez, Q; Estrada, A; Rodríguez, A; Arroyo, P. 1996. Manual Dendrológico de Costa Rica. 2 ed. Cartago, CR. 150 p.
- Lasanta, T; Serrano, V. 2006. Factores de la variabilidad espacial de los cambios de cubierta vegetal en el Pirineo (en línea). Cuadernos de Investigación Geográfica. 32: 57-80 p.
- Laurance, W. 2007. A new initiative to use carbon trading for tropical forests conservation. *Biotropica* 39:20-24.
- Leight, E; Stanley, A; Windsor, D. 1985. *The Ecology of a Tropical Forest: seasonal rhythms and long-term changes*. Washington, US, Smithsonian Institution. 468 p.
- Leiva, J. 2001. Comparación de las estrategias de regeneración natural entre los bosques primarios y secundarios en las zonas bajas del atlántico costarricense. Práctica de especialidad. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 102 p.
- Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados tropicales con énfasis en América Central*. Turrialba, CR, CATIE. 265 p.
- Mabberley, D.J. 1983. *Tropical rain forest ecology*. Glasgow and Londres, Blackie. 300 p.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 179 p.
- Maldonado, T. 1997. *Uso de la Tierra y Fragmentación de Bosques. Algunas Áreas Críticas en el Área de Conservación Osa, Costa Rica*. Centro de Estudios Ambientales y Políticas. Fundación Neotrópica. San José, Costa Rica. 71 pp.

- Matteucci, S y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación., Washington D.C., US, OEA. 168 p.
- Melo, O; Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué, CO, Universidad de Tolima. 183 p.
- Moraes, C ; Finegan, B; Kanninen, M; Delgado, L; Segura, M. 2002. Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua (en línea). Revista Forestal Centroamericana. 38: 44 -50. Consultado 23 dic 2010. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev38/ct7.pdf>
- Moreno, M. 2005. Pago por servicios ambientales, la experiencia de Costa Rica (en línea). CR. Consultado 20 abr 2009. Disponible <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/jimenez>
- Nicotra, A.B.; Chazdon, R.L.; Iriarte, S.V.B. 1999. Spatial heterogeneity of light and wood seedling regeneration in tropical wet forest. Ecology. 80 (6): 1908 – 1926.
- Quesada, R. 2004. Especies forestales vedadas y bajo otras categorías de protección en Costa Rica (en línea). Kurú: Revista Forestal. Consultado 25 jul 2009. Disponible en http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior2/pdf/Nota%203.pdf
- Quesada, R. 2003. Muestreo Diagnóstico Instrumento para Definir Tratamientos Silviculturales en Bosques Secundarios (en línea). Consultado 7 mar 2010. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0385-B4.HTM>
- Pacala, S.W; Canham, J; Saponara, J.A; Silander, J.R; Kobe, R.K; Ribbens, E. 1996. Forests models defined by field measurements: estimation, error analysis and dynamics. Ecological Monographs. 66: 1 – 43 p.

- Redondo, B; Vílchez, B; Chazdon, R. 2001. Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques secundarios en la región Huetar Norte, Sarapiquí – Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*. 36: 20-26.
- Richards, P.W. 1996. *The tropical rain forest: an ecological study*. 2^{da} ed. With corrections. Cambridge University Press. 575 p.
- Rollet, B. 1974. *L' architecture des forest denses humides sempervirentes de plaine*. C.T.F.T. Nogent sur Marne. 298 p.
- Saldarriaga, J; West, D; Tharp, M; Uhl, C. 1988. Long-Term Chronosequence of Forest Succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela (en línea). *Journal of Ecology*. 76(4): 938 – 958. Consultado 24 feb 2010. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/2260625>
- Sánchez, A; Foley, S; Hamilton, S; Calvo, J; Arroyo, P; Jiménez, V. 2002. Estudio de Cobertura Forestal de Costa Rica con Imágenes LANSAT TM 7 para el año 2000 (en línea). Consultado 11 abr 2009. Disponible <http://www.sirefor.go.cr>
- Saravia, P; Leño, C. 1999. Muestreo diagnóstico en tres sitios del bosque Caimanes (en línea). Consultado 7 mar 2010. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACG762.pdf
- Segura, O; Gottfried, R; Miranda, M; Gómez, L. 1997. Políticas forestales en Costa Rica. Análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. In *Políticas forestales en Centroamérica: Análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal*. San Salvador, IICA-Holanda/Laderas C.A., CCAB-AP, Frontera Agrícola. 96-144 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2007. Grúas II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Vol 1: Análisis de Vacíos en la

Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. Eds. M Coto, G Induni y B Herrera. 1 ed. San José, CR. 100 p.

Spurr, S; Barnes, B. 1982. Ecología Forestal. Distrito Federal, MX, A.G.T. 690 p.

Thren; M. 1997. Manejo de montes secundarios: valoración e identificación de inversiones internacionales. In Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina (1997, Pucallpa, PE). Memorias. Jakarta, Indonesia, CIFOR. p. 216-224.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales). 2000. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN (en línea). Consultado 25 jul 2009. Disponible en: <http://www.iucn.org/themes/ssc/red-lists.htm>

Vílchez, B; Chazdon, R. 2009. Tipos de bosque del Corredor Biológico Osa (entrevista). Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Vílchez, B; Rocha, O. 2005. Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea* (Cesalpinaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *Biología Tropical*. 54(3): 1019-1029.

Withmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forest of Far East. US.Oxford, R.U. Clarendon Press. 341 p.

Anexo 1. Número de especies, individuos, área basal (m²) e Índice de Importancia Familiar (%FIV) para las familias de los bosques secundarios de 5 – 15 años, Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	%FIV
Anacardiaceae	2	18	1.296	12.84
Annonaceae	4	15	0.152	7.66
Apocynaceae	1	1	0.013	1.42
Araliaceae	1	1	0.004	1.37
Arecaceae	1	3	0.037	1.82
Bignoniaceae	1	7	0.184	3.24
Bombacaceae	3	4	0.481	7.20
Boraginaceae	1	7	0.094	2.66
Burseraceae	3	8	0.050	4.94
Cecropiaceae	2	18	0.427	7.32
Euphorbiaceae	5	77	1.360	24.04
Fabaceae/caes	1	4	0.026	1.87
Fabaceae/mim	2	46	0.851	13.40
Fabaceae/pap	2	8	0.247	4.97
Flacourtiaceae	2	27	0.183	6.86
Hypericaceae	1	30	0.278	6.61
Lacistemaceae	1	1	0.005	1.37
Lauraceae	5	8	0.044	7.34
Malpighiaceae	1	1	0.015	1.44
Melastomataceae	3	70	0.473	15.12
Moraceae	8	8	0.133	11.57
Myristicaceae	3	4	0.023	4.29
Myrtaceae	1	36	0.310	7.54
Piperaceae	1	18	0.160	4.41
Rubiaceae	8	86	1.055	26.86
Rutaceae	1	4	0.094	2.30
Simaroubaceae	2	18	0.152	5.58
Siparunaceae	2	47	0.761	12.95
Solanaceae	1	2	0.090	2.03
Sterculiaceae	1	4	0.083	2.23
Tiliaceae	4	157	5.821	60.82
Ulmaceae	1	1	0.014	1.43
Urticaceae	2	61	0.425	12.51
Verbenaceae	3	15	0.072	5.93
Vochysiaceae	2	12	0.339	6.04
Total general	82	827	15.750	300

Anexo 2. Número de especies, individuos, área basal (m²) e Índice de Importancia Familiar (%FIV) para las familias de los bosques secundarios de 15 – 30 años, Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	% FIV
Anacardiaceae	4	27	1.043	9.55
Annonaceae	2	6	0.083	2.63
Apocynaceae	2	2	0.024	2.10
Arecaceae	3	17	0.254	5.06
Bignoniaceae	1	6	0.471	3.06
Bombacaceae	2	6	0.421	3.81
Boraginaceae	1	17	0.497	4.05
Burseraceae	1	2	0.049	1.26
Capparaceae	1	4	0.082	1.54
Caryocaraceae	1	2	0.098	1.43
Cecropiaceae	2	4	0.036	2.30
Celastraceae	1	1	0.002	1.02
Chrysobalanaceae	1	1	0.019	1.08
Clusiaceae	2	4	0.016	2.23
Euphorbiaceae	5	89	1.807	18.21
Fabaceae/caes	2	7	0.047	2.59
Fabaceae/mim	9	74	1.994	21.34
Fabaceae/pap	4	11	0.427	6.09
Flacourtiaceae	4	48	0.419	9.09
Hypericaceae	1	3	0.014	1.22
Lacistemaeae	2	26	0.109	4.36
Lauraceae	3	5	0.069	3.43
Lecythidaceae	2	3	0.015	2.15
Malpighiaceae	2	3	0.105	2.46
Melastomataceae	5	43	0.427	9.64
Meliaceae	2	4	0.077	2.45
Moraceae	9	45	0.741	14.60
Myristicaceae	3	34	0.205	6.28
Myrtaceae	1	6	0.096	1.75
Nyctaginaceae	1	2	0.060	1.30
Olacaceae	2	2	0.007	2.04
Piperaceae	2	12	0.043	2.98
Rubiaceae	9	51	0.447	14.07
Rutaceae	1	2	0.016	1.15
Sapindaceae	1	2	0.006	1.11
Simaroubaceae	1	12	0.092	2.23
Siparunaceae	1	2	0.006	1.11
Sterculiaceae	1	121	5.623	30.43
Tiliaceae	4	347	9.713	65.96
Turneraceae	1	1	0.015	1.06
Verbenaceae	4	27	0.104	6.28
Vochysiaceae	2	141	2.904	23.52
Total general	108	1222	28.682	300

Anexo 3. Número de especies, individuos, área basal (m²) e Índice de Importancia Familiar (%FIV) para las familias de los bosques secundarios de mayores a 30 años, Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	%FIV
Anacardiaceae	2	113	6.103	23.27
Annonaceae	4	45	0.730	7.10
Apocynaceae	3	7	0.057	2.40
Araliaceae	1	11	0.074	1.50
Arecaceae	5	11	0.562	5.08
Bignoniaceae	4	8	0.036	3.02
Bombacaceae	2	8	1.065	4.29
Boraginaceae	2	21	0.499	3.77
Burseraceae	2	5	0.107	1.79
Capparaceae	2	3	0.023	1.46
Caryocaraceae	1	1	0.002	0.67
Chrysobalanaceae	1	1	0.002	0.67
Clusiaceae	2	2	0.005	1.35
Combretaceae	2	16	0.591	3.67
Convolvulaceae	1	1	0.003	0.67
Dichapetalaceae	1	1	0.003	0.67
Elaeocarpaceae	1	2	0.008	0.75
Erythroxylaceae	1	2	0.016	0.77
Euphorbiaceae	4	38	0.355	5.74
Fabaceae/caes	3	4	0.036	2.16
Fabaceae/mim	13	140	5.506	30.21
Fabaceae/pap	4	46	0.945	7.68
Flacourtiaceae	4	228	4.400	27.84
Helecho	1	1	0.002	0.67
Humiriaceae	1	6	0.055	1.12
Hypericaceae	1	3	0.025	0.86
Lacistemaceae	1	25	0.134	2.55
Lauraceae	7	32	0.387	7.23
Lecythidaceae	4	6	0.057	2.94
Malpighiaceae	4	10	0.314	3.82
Malvaceae	1	1	0.016	0.71
Melastomataceae	6	40	0.465	7.34
Meliaceae	5	11	0.080	3.92
Moraceae	10	74	3.240	18.65
Myristicaceae	5	30	0.215	5.48
Myrsinaceae	1	1	0.002	0.67
Myrtaceae	1	1	0.007	0.68
Nyctaginaceae	3	3	0.080	2.19
Olacaceae	1	1	0.003	0.67
Piperaceae	5	34	0.160	5.61
Polygonaceae	3	6	0.058	2.34
Quiinaceae	1	1	0.004	0.68
Rhizophoraceae	1	1	0.031	0.74
Rubiaceae	13	83	0.571	14.61
Rutaceae	1	4	0.113	1.13
Sapindaceae	4	41	1.097	7.72
Sapotaceae	3	3	0.026	2.07
Simaroubaceae	2	43	0.276	4.67

Continuación anexo 3.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	%FIV
Siparunaceae	1	3	0.012	0.83
Sterculiaceae	3	10	0.476	3.60
Tiliaceae	6	209	5.929	31.50
Urticaceae	1	3	0.013	0.83
Verbenaceae	1	3	0.050	0.92
Violaceae	1	11	0.040	1.41
Vochysiaceae	3	124	6.410	25.33
Total general	166	1538	41.476	300

Anexo 4. Número de especies, individuos, área basal (m²) e Índice de Importancia Familiar (%FIV) para las familias de bosques primarios, Corredor Biológico Osa, Costa Rica.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	%FIV
Actinidiaceae	1	1	0.006	0.36
Anacardiaceae	3	55	2.259	5.88
Annonaceae	14	86	0.962	9.17
Apocynaceae	5	41	0.941	4.40
Araliaceae	1	14	0.668	1.68
Arecaceae	7	335	3.813	20.85
Bignoniaceae	2	11	0.249	1.38
Bombacaceae	4	8	0.229	1.86
Boraginaceae	4	6	0.340	1.90
Burseraceae	13	171	4.862	16.96
Capparaceae	2	10	0.048	1.11
Caryocaraceae	2	13	7.430	9.72
Cecropiaceae	3	54	1.559	5.03
Celastraceae	2	38	0.279	2.57
Chrysobalanaceae	5	8	0.782	2.81
Clusiaceae	12	146	6.192	17.11
Combretaceae	1	1	0.066	0.43
Elaeocarpaceae	4	12	0.347	2.17
Erythroxylaceae	1	1	0.003	0.36
Euphorbiaceae	10	92	1.429	8.70
Fabaceae/caes	4	51	7.527	12.08
Fabaceae/mim	19	55	1.085	9.56
Fabaceae/pap	10	32	0.938	5.59
Flacourtiaceae	7	35	0.262	3.99
Helecho	1	4	0.016	0.50
Humiriaceae	2	13	5.216	7.18
Lacistemaceae	2	5	0.029	0.88
Lauraceae	23	66	1.599	11.88
Lecythidaceae	5	58	0.938	5.12
Lepidobotryaceae	1	1	0.029	0.39
Magnoliaceae	1	1	0.059	0.43
Malpighiaceae	2	2	0.006	0.72
Malvaceae	1	5	0.021	0.55
Melastomataceae	6	52	0.563	4.75

Continuación Anexo 4.

Familia	# esp	# ind	g (m2)	%FIV
Moraceae	18	257	13.156	31.73
Myristicaceae	7	147	8.191	17.88
Myrsinaceae	3	15	0.355	1.99
Myrtaceae	6	11	0.222	2.61
Nyctaginaceae	5	15	0.176	2.41
Ochnaceae	1	1	0.003	0.36
Olacaceae	4	13	0.502	2.39
Polygonaceae	4	6	0.055	1.58
Quiinaceae	2	6	0.078	0.97
Rubiaceae	18	45	1.394	9.18
Sabiaceae	1	4	0.175	0.69
Sapindaceae	5	13	0.327	2.50
Sapotaceae	28	77	2.658	15.14
Simaroubaceae	3	33	0.915	3.40
Siparunaceae	2	5	0.108	0.97
Solanaceae	1	1	0.005	0.36
Sterculiaceae	3	7	0.084	1.34
Tiliaceae	4	14	0.653	2.61
Turneraceae	1	1	0.068	0.44
Ulmaceae	2	12	0.219	1.39
Violaceae	3	29	0.106	2.30
Vochysiaceae	4	20	0.921	3.17
Total general	318	2348	87.000	300

Anexo 5. Análisis de varianza (ANOVA) para el coeficiente de mezcla (CM) en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	0.346146	1	0.346146	797.13	0.00000
Bosque	0.031826	3	0.010609	24.43	0.00006
Error	0.004342	10	0.000434		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo de bosque	Media de CM	1	2
15-30 años	0.124605	****	
>30 años	0.141592	****	
5-15 años	0.143301	****	
Primario	0.234997		****

Anexo 6. Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de Shannon (H) en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	139.0163	1	139.0163	1385.305	0.000000
Bosque	3.5226	3	1.1742	11.701	0.001309
Error	1.0035	10	0.1004		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo de bosque	Media de H	1	2	3
15-30 años	2.71	****		
5-15 años	2.94	****	****	
>30 años	3.31		****	
Primario	3.95			****

Anexo 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de Simpson ($D-1$) en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	11.09300	1	11.09300	6919.898	0.000000
Bosque	0.02562	3	0.00854	5.327	0.018837
Error	0.01603	10	0.00160		

b. Comparación de medias Tukey.

Tipo de bosque	Media de $D-1$	1	2
15-30 años	0.840633		****
5-15 años	0.918800	****	
>30 años	0.933933	****	
Primario	0.955140	****	

Anexo 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el índice Alpha – Fisher en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	7776.193	1	7776.193	58.42934	0.000018
Bosque	3057.590	3	1019.197	7.65812	0.006000
Error	1330.871	10	133.087		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo de bosque	Media de α	1	2
5-15 años	11.95	****	
15-30 años	15.12	****	
>30 años	22.99	****	
Primario	46.54		****

Anexo 9. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de árboles por hectárea en función del estadio de sucesión de bosque para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	9300045	1	9300045	145.8388	0.000000
Bosque	410672	3	136891	2.1467	0.157738
Error	637693	10	63769		

Anexo 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el área basal por hectárea en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	7111.286	1	7111.286	651.9335	0.000000
Bosque	1254.589	3	418.196	38.3385	0.000009
Error	109.080	10	10.908		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo de bosque	Media de g	1	2	3	4
5-15 años	10.51	****			
15-30 años	19.12		****		
>30 años	27.76			****	
Primario	34.98				****

Anexo 11. . Análisis de varianza (ANOVA) para la riqueza de especies (en 0.5 ha) en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA.

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	61623.11	1	61623.11	95.58121	0.000002
Bosque	12717.16	3	4239.05	6.57503	0.009890
Error	6447.20	10	644.72		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo de bosque	Media de #esp	1	2
5-15 años	37.7	****	
15-30 años	50.3	****	
>30 años	72.3	****	****
Primario	111.6		****

Anexo 12. Análisis de varianza (ANOVA) (Arreglo factorial 4 x 3) de la riqueza de especies (en 0.5 ha) por gremio ecológico y estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	20541.04	1	20541.04	147.0672	0.000000
Edad	4239.05	3	1413.02	10.1167	0.000091
Gremio	6964.18	2	3482.09	24.9306	0.000000
Edad*Gremio	13058.03	6	2176.34	15.5819	0.000000
Error	4190.13	30	139.67		

b. Comparación de medias de Duncan.

Tipo bosque	Gremio	# esp	Comparaciones				Letras*
			1	2	3		
Primario	HE	1.2	****				a
>30 años	HE	4.7	****				a
15 - 30 años	HE	5.0	****				a
5 - 15 años	E	7.0	****				a
5 - 15 años	HE	8.0	****				a
15 - 30 años	E	15.7	****	****			ab
Primario	HD	21.8	****	****			ab
5 - 15 años	HD	22.7	****	****			ab
15 - 30 años	HD	29.7		****			b
>30 años	E	33.0		****			b
>30 años	HD	34.7		****			b
Primario	E	88.6			****		c

*Medias con la misma letra no presentan diferencias

Anexo 13. Análisis de varianza (ANOVA) (Arreglo factorial 4 x 3) del área basal por hectárea; por gremio ecológico y estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	2354.805	1	2354.805	262.2660	0.000000
Edad	411.489	3	137.163	15.2765	0.000003
Gremio	872.860	2	436.430	48.6073	0.000000
Edad*Gremio	3051.908	6	508.651	56.6510	0.000000
Error	269.361	30	8.979		

b. Comparación de medias Duncan.

Tipo bosque	Gremio	# esp	Comparaciones					Letras*
			1	2	3	4	5	
Primario	HE	0.32628	****					a
5-15años	E	0.50555	****					a
15-30	E	1.37380	****					a
15-30	HE	1.67598	****					a
>30	HE	1.76225	****					a
>30	E	2.19950	****					a
5-15años	HE	2.52250	****	****				ab
Primario	HD	4.43846	****	****				ab
5-15años	HD	7.47218		****				b
15-30	HD	16.07124			****			c
>30	HD	23.68907				****		d
Primario	E	30.03544					****	e

*Medias con la misma letra no presentan diferencias

Anexo 14. Análisis de varianza (ANOVA) (Arreglo factorial 4 x 3) de riqueza de especies (en 0.5 ha) por grupo comercial y estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	20541.04	1	20541.04	152.7089	0.000000
Edad	4239.05	3	1413.02	10.5048	0.000069
Grupo	12549.35	2	6274.68	46.6480	0.000000
Edad*Grupo	2549.11	6	424.85	3.1585	0.016022
Error	4035.33	30	134.51		

b. Comparaciones de medias Duncan.

Tipo bosque	Grupo comercial	# esp	Comparaciones					Letras*
			1	2	3	4	5	
5-15años	PALMA	0.33333	****					a
15-30	PALMA	1.33333	****					a
>30	PALMA	2.66667	****					a
Primario	PALMA	3.20000	****					a
5-15años	C	12.33333	****		****			ac
15-30	C	16.00000	****	****	****			abc
>30	C	21.00000	****	****	****			abc
5-15años	NC	25.00000		****	****			bc
15-30	NC	33.00000		****		****		bd
Primario	C	34.40000		****		****		bd
>30	NC	48.66667				****		d
Primario	NC	74.00000					****	e

*Medias con la misma letra no presentan diferencias

Anexo 15. Análisis de varianza (ANOVA) (Arreglo factorial 4 x 3) del área basal por hectárea; por grupo comercial y estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	2354.805	1	2354.805	183.7394	0.000000
Edad	411.489	3	137.163	10.7025	0.000060
Grupo	1040.898	2	520.449	40.6093	0.000000
Edad*Grupo	633.160	6	105.527	8.2340	0.000026
Error	384.480	30	12.816		

b. Comparación de medias Duncan

Tipo bosque	Grupo comercial	g	Comparaciones						Letras*
			1	2	3	4	5	6	
5-15años	PALMA	0.02465	****						a
15-30	PALMA	0.16943	****						a
>30	PALMA	0.34969	****						a
Primario	PALMA	1.52514	****	****					ab
5-15años	C	3.17128	****	****					ab
15-30	C	6.27987	****	****	****				abc
5-15años	NC	7.30430		****	****	****			bcd
Primario	NC	9.78272			****	****	****		cde
>30	NC	12.06000			****	****	****		cde
15-30	NC	12.67172				****	****		de
>30	C	15.24114					****		e
Primario	C	23.49231						****	f

*Medias con la misma letra no presentan diferencias

Anexo 16. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura máxima (H max = m) en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	9949.337	1	9949.337	976.7019	0.000000
Bosque	1079.062	3	359.687	35.3096	0.000012
Error	101.867	10	10.187		

b. Comparación de medias de Duncan.

Tipo de bosque	Media de Hmax	1	2	3
5-15 años	17.0		****	
15-30 años	23.7	****		
>30 años	29.0	****		
Primario	39.6			****

Anexo 17. Número de árboles (N/ha), área basal (g/ha), frecuencia (F/ha) e Índice de Valor de Importancia (%IVI) para las siete especies más representativas de bosques entre 5 – 15 años de edad.

1. Parcela 7.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	28	4.78	1.15	11.81	28	6.93	23.52
<i>Cecropia insignis</i>	20	3.41	0.59	6.07	18	4.46	13.94
<i>Inga thibaudiana</i>	84	14.33	1.64	16.87	54	13.37	44.57
<i>Isertia laevis</i>	36	6.14	0.45	4.62	8	1.98	12.74
<i>Miconia argentea</i>	32	5.46	0.35	3.65	24	5.94	15.05
<i>Siparuna gesneriodes</i>	42	7.17	0.22	2.22	28	6.93	16.32
<i>Trichospermum galeotii</i>	132	22.53	2.71	27.89	56	13.86	64.28
otras especies	212	36.18	2.62	26.88	188	46.53	109.59
Total general	586	100	9.73	100	404	100	300

2. Parcela 12.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Chimarrhis parviflora</i>	52	7.34	0.60	3.86	30	6.58	17.78
<i>Goethalsia meiantha</i>	58	8.19	2.61	16.83	34	7.46	32.48
<i>Luehea seemannii</i>	62	8.76	2.93	18.93	36	7.89	35.58
<i>Miconia schlimii</i>	58	8.19	0.21	1.38	34	7.46	17.03
<i>Myriocarpa longipes</i>	120	16.95	0.84	5.46	40	8.77	31.18
<i>Siparuna sp1</i>	46	6.50	1.26	8.16	30	6.58	21.23
<i>Spondias mombin</i>	16	2.26	1.61	10.37	14	3.07	15.70
otras especies	296	41.81	5.42	35.02	238	52.19	129.02
Total general	708	100	15.5	100	456	100	300

3. Parcela 14.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Alchornea costaricensis</i>	42	11.60	1.13	17.90	24	9.52	39.02
<i>Anacardium excelsum</i>	16	4.42	0.66	10.41	12	4.76	19.59
<i>Apeiba tibourbou</i>	10	2.76	1.03	16.38	8	3.17	22.32
<i>Miconia schlimii</i>	36	9.94	0.19	3.07	18	7.14	20.15
<i>Piper aduncum</i>	32	8.84	0.30	4.79	22	8.73	22.36
<i>Psidium guajava</i>	62	17.13	0.55	8.68	28	11.11	36.92
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	26	7.18	0.20	3.23	22	8.73	19.14
otras especies	138	38.12	2.24	35.55	118	46.83	120.50
Total general	362	100	6.31	100	252	100	300

Anexo 18. Número de árboles (N/ha), área basal (g/ha), frecuencia (F/ha) e Índice de Valor de Importancia (%IVI) para las siete especies más representativas de bosques entre 15 – 30 años de edad.

a. Parcela 1.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	16	3.08	0.55	3.18	12	4.08	10.34
<i>Croton schiedeanus</i>	24	4.62	0.26	1.52	12	4.08	10.22
<i>Guazuma ulmifolia</i>	240	46.15	11.19	64.67	76	25.85	136.67
<i>Inga litoralis</i>	28	5.38	0.26	1.51	22	7.48	14.38
<i>Inga punctata</i>	12	2.31	0.23	1.33	10	3.40	7.04
<i>Luehea seemannii</i>	64	12.31	2.78	16.09	40	13.61	42.00
<i>Palicourea guianensis</i>	16	3.08	0.05	0.28	12	4.08	7.44
otras especies	120	23.08	1.98	11.43	110	37.41	71.93
Total general	520	100	17.3	100	294	100	300

b. Parcela 5.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	310	34.37	6.67	32.43	86	16.48	83.28
<i>Chimarrhis latifolia</i>	26	2.88	0.35	1.70	18	3.45	8.03
<i>Croton schiedeanus</i>	60	6.65	0.45	2.19	24	4.60	13.44
<i>Goethalsia meiantha</i>	96	10.64	3.13	15.19	58	11.11	36.94
<i>Inga multijuga</i>	64	7.10	2.65	12.87	44	8.43	28.40
<i>Luehea seemannii</i>	40	4.43	0.76	3.70	30	5.75	13.88
<i>Trichospermum galeotii</i>	20	2.22	0.7	3.42	16	3.07	8.70
otras especies	286	31.71	5.86	28.50	246	47.13	107.33
Total general	902	100	20.6	100	522	100	300

c. Parcela 9.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	90	8.79	2.74	14.06	60	9.55	32.41
<i>Ficus insipida</i>	32	3.13	0.83	4.25	26	4.14	11.52
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	48	4.69	1.44	7.40	32	5.10	17.19
<i>Miconia argentea</i>	48	4.69	0.32	1.67	30	4.78	11.13
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	72	7.03	0.41	2.13	44	7.01	16.16
<i>Trichospermum galeotii</i>	52	5.08	1.82	9.33	40	6.37	20.77
<i>Vochysia ferruginea</i>	260	25.39	5.31	27.25	74	11.78	64.42
otras especies	422	41.21	6.61	33.91	322	51.27	126.40
Total general	1024	100	19.5	100	628	100	300

Anexo 19. Número de árboles (N/ha), área basal (g/ha), frecuencia (F/ha) e Índice de Valor de Importancia (%IVI) para las siete especies más representativas de bosques mayor de 30 años de edad.

a. Parcela 4.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	28	3.71	1.71	6.56	22	4.20	14.47
<i>Inga multijuga</i>	92	12.20	5.09	19.52	58	11.07	42.79
<i>Luehea seemannii</i>	102	13.53	2.36	9.05	52	9.92	32.50
<i>Ochroma pyramidale</i>	10	1.33	1.67	6.42	10	1.91	9.66
<i>Palicourea guianensis</i>	50	6.63	0.17	0.64	34	6.49	13.76
<i>Simaba cedron</i>	54	7.16	0.25	0.95	40	7.63	15.75
<i>Spondias mombin</i>	140	18.57	9.16	35.16	72	13.74	67.47
otras especies	278	36.87	5.65	21.70	236	45.04	103.60
Total general	754	100	26.1	100	524	100	300

b. Parcela 6.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Apeiba tibourbou</i>	88	9.50	2.55	9.82	34	5.82	25.14
<i>Cupania rufescens</i>	72	7.78	2.13	8.18	42	7.19	23.15
<i>Ficus insipida</i>	22	2.38	5.35	20.57	16	2.74	25.68
<i>Inga multijuga</i>	62	6.70	3.65	14.03	42	7.19	27.92
<i>Lonchocarpus macrophyllus</i>	80	8.64	1.68	6.47	38	6.51	21.62
<i>Luehea seemannii</i>	76	8.21	1.49	5.71	34	5.82	19.74
<i>Spondias mombin</i>	78	8.42	2.96	11.39	46	7.88	27.69
otras especies	448	48.38	6.2	23.82	332	56.85	129.05
Total general	926	100.00	26.01	100.00	584	100.00	300

c. Parcela 11.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Casearia arborea</i>	200	14.20	1.73	5.54	84	9.03	28.78
<i>Cordia bicolor</i>	34	2.41	0.97	3.12	24	2.58	8.12
<i>Croton schiedeana</i>	46	3.27	0.37	1.19	34	3.66	8.11
<i>Laetia procera</i>	190	13.49	6.13	19.64	82	8.82	41.95
<i>Vochysia allenii</i>	86	6.11	1.38	4.42	36	3.87	14.40
<i>Vochysia ferruginea</i>	148	10.51	11	35.14	64	6.88	52.53
<i>Xylopia sericophylla</i>	38	2.70	1.08	3.47	22	2.37	8.53
otras especies	666	47.30	8.58	27.48	584	62.80	137.58
Total general	1408	100	31.2	100	930	100	300.00

Anexo 20. Número de árboles (N/ha), área basal (g/ha), frecuencia (F/ha) e Índice de Valor de Importancia (%IVI) para las siete especies más representativas de bosques primarios.

a. Parcela 2.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Caryocar costaricense</i>	2	0.24	6.1	17.12	2	0.27	17.63
<i>Dialium guianense</i>	20	2.39	3.05	8.57	20	2.74	13.69
<i>Guarea williamsii</i>	38	4.53	1.77	4.98	28	3.84	13.35
<i>Perebea hispidula</i>	36	4.30	1.14	3.20	32	4.38	11.88
<i>Symphonia globulifera</i>	74	8.83	2.54	7.13	52	7.12	23.09
<i>Tetragastris panamensis</i>	32	3.82	2.01	5.65	24	3.29	12.76
<i>Virola koschnyi</i>	16	1.91	2.83	7.94	14	1.92	11.77
otras especies	620	73.99	16.2	45.40	558	76.44	195.82
Total general	838	100	35.6	100	730	100	300

b. Parcela 3.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Brosimun utile</i>	10	1.36	4.85	14.86	8	1.25	17.46
<i>Caryocar costaricense</i>	4	0.54	4.90	15.00	4	0.62	16.17
<i>Gustavia brachycarpa</i>	52	7.05	0.68	2.09	42	6.54	15.68
<i>Perebea hispidula</i>	50	6.78	0.4	1.22	36	5.61	13.61
<i>Socratea exorrhiza</i>	82	11.11	0.64	1.97	48	7.48	20.55
<i>Symphonia globulifera</i>	36	4.88	0.71	2.17	32	4.98	12.04
<i>Tetragastris panamensis</i>	36	4.88	1.22	3.72	32	4.98	13.59
<i>Vantanea barbourii</i>	14	1.90	6.10	18.68	14	2.18	22.76
otras especies	454	61.52	13.15	40.28	426	66.36	168.15
Total general	738	100	32.6	100	642	100	300

c. Parcela 8.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Brosimun utile</i>	16	2.08	7.58	20.40	14	2.19	24.67
<i>Caryocar costaricense</i>	12	1.56	3.78	10.18	12	1.88	13.62
<i>Protium ravenii</i>	80	10.42	1.33	3.57	52	8.13	22.12
<i>Socratea exorrhiza</i>	74	9.64	0.58	1.57	38	5.94	17.14
<i>Symphonia globulifera</i>	38	4.95	2.35	6.34	32	5.00	16.29
<i>Tetragastris panamensis</i>	60	7.81	3.17	8.53	42	6.56	22.90
<i>Vantanea barbourii</i>	6	0.78	3.5	9.43	6	0.94	11.15
otras especies	482	62.76	14.85	39.98	444	69.38	172.12
Total general	768	100	37.13	100	640	100	300

d. Parcela 10.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Cecropia insignis</i>	48	3.89	1.25	4.07	32	3.09	11.05
<i>Iriartea deltoidea</i>	68	5.51	0.61	1.97	32	3.09	10.57
<i>Miconia multispicata</i>	58	4.70	0.74	2.41	36	3.47	10.59
<i>Pausandra trianae</i>	52	4.21	1.05	3.40	34	3.28	10.90
<i>Pouroma bicolor</i>	22	1.78	1.17	3.81	18	1.74	7.33
<i>Pouteria laevigata</i>	18	1.46	1.46	4.75	16	1.54	7.75
<i>Virola sebifera</i>	32	2.59	0.86	2.79	28	2.70	8.09
otras especies	936	75.85	23.6	76.80	840	81.08	233.74
Total general	1234	100	30.76	100	1036	100	300

e. Parcela 13.

N. científico	N/ha	%	g/ha	%	F/ha	%	%IVI
<i>Amphirrhox longifolia</i>	50	4.38	0.16	0.42	22	2.77	7.57
<i>Carapa nicaraguensis</i>	8	0.70	2.44	6.30	8	1.01	8.01
<i>Compsonera excelsa</i>	52	4.55	0.74	1.91	42	10.58	11.75
<i>Guarea grandifolia</i>	16	1.40	2.12	5.47	14	1.76	8.64
<i>Iriartea deltoidea</i>	344	30.12	3.19	8.24	86	10.83	49.19
<i>Peltogyne purpurea</i>	22	1.93	7.47	19.27	16	2.02	23.21
<i>Virola surinamensis</i>	12	1.05	2.71	6.98	12	1.51	9.55
otras especies	638	55.87	19.93	51.401	594	169.5	182.08
Total general	1142	100	38.8	100	794	200	300

Anexo 21. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de árboles deseables sobresalientes por hectárea en función del estadio de sucesión de bosque para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	17312.01	1	17312.01	56.16894	0.000021
Bosque	2423.30	3	807.77	2.62080	0.108452
Error	3082.13	10	308.21		

Anexo 22. Análisis de varianza (ANOVA) para el área basal por hectárea de los deseables sobresalientes en función del estadio de sucesión de bosque y pruebas de Duncan para un alfa de 0.05, salida de resultados del programa STATISTICA 6.1.

a. ANOVA

Variación	Suma Cuadrados	Grados libertad	Cuadrado Medio Error	F	Probabilidad
Intercepto	129.2414	1	129.2414	51.06771	0.000031
Bosque	41.8112	3	13.9371	5.50702	0.017073
Error	25.3078	10	2.5308		

b. Comparación de medias de Duncan.

Tipo de bosque	g	1	2
5-15 años	0.931385	****	
15-30 años	1.837144	****	
Primario	4.762966		****
> 30 años	4.922005		****