

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y
ESTRUCTURA PARA LA VEGETACIÓN DEL PISO BASAL DE
LA ZONA PROTECTORA LA CANGREJA, MASTATAL DE
PURISCAL

Luis Guillermo Acosta Vargas

Cartago, Costa Rica
1998

ANÁ
VEG
MAS

6135

27241
RA PARA LA
LA CANGREJA,

o Acosta Vargas

61135

21 ENE, 1999

la el estudio de la

El pro

composición florística y diversidad del bosque en el sector sureste de la Zona Protectora La Cangreja y una segunda parte enfocada a estudiar la estructura del mismo y a la vez dejar establecido en el sitio una red de parcelas permanentes.

El proyecto se concibió con el objetivo de evaluar la diversidad y estructura del bosque, así como dejar instalada la red de parcelas permanentes que permitan dar validez estadística al estudios. Estas parcelas podrán ser utilizadas para estudios posteriores.

En el sitio se establecieron siete parcelas con un área total de 16 100 m², a través de éstas se logró determinar, que para el sitio estudiado el valor de área basal es de 38.5 m²/ha, la presencia de 591 árboles/ha en 148 especies/ha, un dosel que alcanza los 43.6 m de alto, para dar paso a un piso superior >29 m de alto, un piso medio entre 14.5 m y 29 m y el piso inferior con una altura < 14.5 m. El área mínima de muestreo obtenida es de 1 ha.

Por medio de los criterios de clases de frecuencia y el índice de Simpson (0.03) se determinó que el sitio es diverso, no así por los índices de Shannon (0.44) y riqueza (0.19) quienes lo catalogan como de diversidad media. Esto es producto de las intervenciones del pasado, que han provocado la concentración del 86% del IVI en 10 especies en su mayoría heliófitas.

Con el inventario de flora se determinaron 193 especies arbóreas distribuidas en 126 géneros y 56 familias, donde las familias más importantes por número de especies presentes son Euphorbiaceae, Meliaceae, Lauraceae, Moraceae y Mimosaceae con 8, 11, 13, 16 y 17 especies respectivamente. El endemismo en el sitio es de un 7.25% a nivel arbóreo.

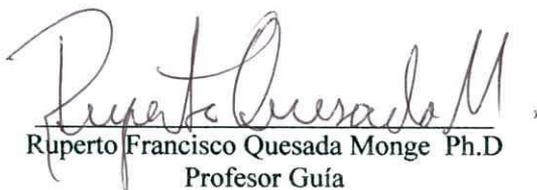
* Informe de Práctica de especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 1998.

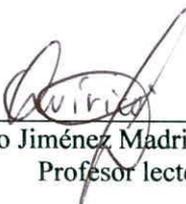
ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA
PARA LA VEGETACIÓN DEL PISO BASAL DE LA ZONA
PROTECTORA LA CANGREJA, MASTATAL DE PURISCAL

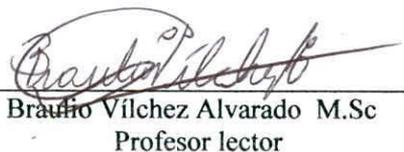
Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto
Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar al título de
Bachiller en Ingeniería Forestal



Miembros del tribunal


Ruperto Francisco Quesada Monge Ph.D
Profesor Guía


Quirico Jiménez Madrigal B.Sc
Profesor lector


Braulio Vilchez Alvarado M.Sc
Profesor lector

DEDICATORIA

A mis padres Guillermo Acosta y Aracelly Vargas, así como a mi hermana María Lilliam, por su apoyo incondicional y voz de aliento a lo largo de mi carrera. A mi hermana María Isabel, que en paz descanse.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen.

A mis padres Guillermo y Aracelly por darme la vida, su amistad, la oportunidad de estudiar y por su apoyo en todo momento.

A mi hermana y amiga María Lilliam quien me ha ayudada y aconsejo en todo momento.

A los miembros del tribunal Ruperto Quesada, Quirico Jiménez y Braulio Vílchez, quienes me apoyaron y orientaron durante la práctica y mi carrera. Por su amistad. En especial a Quirico y Ruperto quienes me acompañaron en el trabajo de campo y ayudaron en la identificación de los árboles.

Al señor Juvenal Valerio por su ayuda para obtener el financiamiento para el proyecto.

A los miembros de la Fundación ECOTROPICA, por aceptar la propuesta y ayuda brindada. En especial a los señores Luis Hernán Solano por el apoyo logístico, económico y respaldo, Blas Herrera y Jorge Mora guardas destacados en la Zona Protectora por acompañarme y ayudarme en el trabajo de campo, por tenerme paciencia.

Al MINAE y en especial a los señores Alfonso Duarte, Aristides Chinchilla y Sergio Vargas por su interés y apoyo logístico.

A la Guardia de Asistencia Rural, en especial al señor Mariano Solís y a los guardias destacados en Mastatal los señores Osvaldo Rivera, Elí Valverde y Víctor Mesén por el apoyo logístico y aceptación.

Al Instituto Nacional de Biodiversidad, por el apoyo en el secado de las colecciones botánicas y a los funcionarios del Departamento de Botánica por su apoyo en la identificación de algunas especies.

Al pueblo de Mastatal por la aceptación, el apoyo y la amistad que me brindaron.

A don Enrique Araya por su amistad y confianza.

Al bosque.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivos	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1 Historia del cantón	12
2.2 Riqueza biológica de la Cangreja	13
2.3 Estudios realizados en la zona y afines	13
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Descripción del área de estudio	14
3.2 Muestreo	17
3.3 Colecta e identificación de plantas	18
3.4 Elaboración de perfiles idealizados	19
3.5 Determinación y análisis de la estructura del bosque	19
3.5.1 Estructura horizontal	19
3.5.2 Estructura vertical	23
3.6 Análisis estadístico	24
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Parcelas permanentes de muestreo (PPM)	25
4.1.1 Descripción de las parcelas	26

4.2 Composición florística del sitio	34
4.2.1 Endemismo en el componente arbóreo	34
4.2.1 Listado de especies determinadas en el muestreo	35
4.3 Caracterización de la estructura del bosque	42
4.3.1 Estadísticos obtenidos	42
4.4 Estructura horizontal	43
4.4.1 Índices determinados	43
4.4.2 Curva especie/área	48
4.4.3 Clases de frecuencia	52
4.4.4 Distribución diamétrica	53
4.5 Estructura vertical	54
4.5.1 Posición y forma de copa	54
4.5.2 Distribución por altura total	55
4.6 Perfiles idealizados	56
4.7 Distribución diamétrica para las especies más abundantes	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
LITERATURA CONSULTADA	63
ANEXOS	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Area, altitud y coordenadas geográficas de las parcelas permanentes establecidas	25
2.	Resumen del área basal y número de individuos por parcela y hectárea, junto con los estadísticos calculados.....	42
3.	Comparación del número de especies arbóreas (dap > 10 cm) por hectárea para diferentes localidades de bosques húmedos en Costa Rica.....	45
4.	Valores de abundancia, frecuencia y dominancia por hectárea para las 10 especies más importantes en cada uno.....	46
5.	Índice de valor de importancia (IVI) para las 10 especies con valores más altos.....	47
6.	Número de especies presentes en cada parcela y en común entre las parcelas para el cálculo del índice de homogeneidad	49
7.	Resumen estadístico para validar la agrupación en dos grados de intervención de las parcelas establecidas.....	50
8.	Número de especies acumuladas cada 0.1 ha para la elaboración de la curva especie/área	51
9.	Especies más abundantes por hectárea en los tres estratos del bosque.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Mapa ubicación del área de trabajo.....	16
2.	Formas y dimensiones de las parcelas y subparcelas a utilizar.....	18
3.	Mapa de ubicación de las parcelas permanentes establecidas.....	33
4.	Curva especie/área.....	51
5.	Distribución diamétrica del número de individuos por hectárea.....	53
6.	Distribución de los individuos según posición y forma de copa.....	55
7.	Perfil idealizado del bosque (Parcela 3).....	57
8.	Perfil idealizado del bosque (Parcela 5).....	58
9.	Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para las especies comerciales con mayor abundancia.....	60
10.	Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para las especies no comerciales con mayor abundancia.....	60

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1.	Valores absolutos y relativos de abundancia, frecuencia y dominancia para el cálculo del índice de valor de importancia IVI de las especies en bosque de la Cangreja	66

I. INTRODUCCIÓN

La Zona Protectora La Cangreja se ubica en el distrito noveno (Chiris) del cantón de Puriscal, provincia de San José. Cuenta con un área aproximada 3000 ha, de las cuales solo aproximadamente 750 ha están en poder del estado y al Fundación ECOTROPICA, entes que velan por la preservación de la misma, pues es constituye en el último relicto de bosque dentro del cantón, y dentro de la cual se encuentra un mosaico de estadios sucesionales como producto de las intervenciones dadas en el pasado, siendo a su vez un sitio donde se resguardan especies de mucho interés, por endémicas o de alto valor comercial.

A pesar de ser un área relativamente pequeña tiene varias características que la hacen postular como un sitio de alta diversidad biológica y endemismo, y principalmente en lo que a flora se refiere estas características son:

- Cuenta con una gradiente altitudinal que va desde los 350 hasta poco más de los 1300 msnm.
- Presenta una topografía bastante irregular, lo que da paso a muy diversas formaciones como llanos, lomas y laderas.
- Es un área de convergencia de especies de dos regiones geográficas muy diferentes, norte y sur del país en el pacífico y guarda un estrecho parentesco sobre todo con los bosques de la Península de Osa al sur del país que posee un predominio de flora suramericana.

Dentro del presente documento se ha planteado una metodología a través de la cual se busca caracterizar la estructura y composición del sitio, por medio del montaje de parcelas permanentes, para con ello llenar el vacío que en este sentido existe, ya que hasta el momento se han desarrollado listados preliminares de la flora, pero no se ha cuantificado con validez estadística la diversidad del sitio.

El interés de realizar el estudio en la Zona Protectora La Cangreja, nace como una inquietud de conocer más su diversidad y que a la vez sirva para proyectar el sitio y como

punto de apoyo para justificar y recalcar la necesidad de conservarlo para el disfrute de todo el pueblo puriscaleño, en especial de las futuras generaciones.

Para lograr que el proyecto se ejecutara correctamente y a cavidad se siguieron los siguientes objetivos.

Principal

- Conocer la composición florística y determinar la estructura del bosque del piso basal de la Zona Protectora La Cangreja.

Específicos

- Determinar a través de un inventario la composición florística y la diversidad del sitio.
- Caracterizar la estructura vertical y horizontal del bosque.
- Determinar los indicadores de diversidad y los coeficientes de mezcla y homogeneidad.
- Establecer en el sitio una red de parcelas permanentes de muestreo para estudios posteriores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *Historia del cantón*

El proceso de colonización de la zona de Puriscal data de la primera mitad del siglo XIX, cuando el botánico danés Oersted, 1840 (citado por Morales 1993) relata la exuberancia y riqueza de los bosques de la zona. Pero tal condición no continuó así, ya que para finales del siglo XIX y principios del XX, los sectores norte y sur del cantón se habían convertido en el "Granero de Costa Rica". Esta situación condujo a la corta de los bosques, producto de la expansión de la frontera agrícola.

Con la apertura de nuevos caminos el proceso de deforestación siguió y aumentó, pero no fue hasta la década de los años 60 cuando se agravó la situación con la apertura del camino entre Salitrales y la costa (Parrita), ya que para esos días se contaba con mayores avances tecnológicos que facilitaban y aceleraban la corta de los bosques (Heuveltop & Espinoza, 1983).

Al igual que en muchos lugares el proceso de colonización se caracterizó por la corta y quema de los bosques, para luego dar paso al cultivo de productos anuales como maíz y frijoles, que durante dos o tres años daban buenas cosechas, para luego ser convertidos en sitios de pastoreo. Esta situación conducía a que cada día se optara por cortar más bosque para que la zona mantuviera el estatus de Granero de Costa Rica. Quizás los factores primordiales que orquestaron tal proceso fueron, las fuertes pendientes y las malas prácticas de conservación de suelos, las cuales conducían irremediablemente a la pérdida y deterioro de los suelos del cantón.

A este acelerado proceso fueron pocas las áreas que escaparon, como el caso de la parte alta de los Cerros de La Potenciana y La Cangreja, que son los últimos reductos de bosque que quedan de lo que fueron los ricos bosques de la zona de Puriscal. Sin embargo la Zona Protectora hoy en día enfrenta fuertes presiones por sus tierras, ya que en su mayoría están en manos privadas.

2.2 Riqueza biológica de la Cangreja

La Cangreja es una zona de gran riqueza natural, donde se ha estimado que hay más de 2000 especies de plantas y alrededor de un 5% de endemismo de especies vegetales. (Jiménez, 199)

Algunas de las especies endémicas encontradas y publicadas como nuevas para la ciencia son *Plinia puriscalensis* (Myrtaceae) y *Ayenia mastatalensis* (Sterculiaceae), siendo a la vez refugio de especies consideradas raras o en peligro de extinción y que solo es posible encontrarlas en el Parque Nacional Corcovado o en la Reserva Biológica de Carara, como el caso de *Terenstroemia multiovulata*, *Pouteria multiovulata*, *Unonopsis theobromifolia* y *Caryodaphnopsis burgeri* (Morales, 1993).

En lo referente a especies de fuana estas son escasas, ya que han sido altamente cazadas. Además el área de la Zona Protectora es muy pequeña, lo que ha provocado que las poblaciones de mamíferos grandes sean muy reducidas a falta de espacio para desplazarse y reproducirse. Algunas de las especies de fuana que aun se encuentran en la zona son: *Didelphis marsupialis* (zorro pelón), *Cebus capucinos* (mono cara blanca), *Choloepus hoffmannii* (perezoso), *Dacypus novemcinctus* (armadillo o cusuco), *Sylagus floridanus* (conejo), *Canis lantras* (coyote), *Procyon lotor* (mapache), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Nausa nausa* (pizote) y *Sciurus variegatoides* (ardilla). Dentro de las especies de aves se encuentran *Tinamus major* (gallina de monte), *Procnias tricarunculata* (caliandra o pájaro campana), *Pteroglossus frantzii* (cusingo o tucansillo) y *Lopostrix cristata* (lechuza o estucurú) (Jiménez, 199).

2.3 Estudios realizados en la zona y afines.

En el pasado se han realizado estudios de la flora, mediante los cuales se han generado listados preliminares, como los hechos por Morales (1993) y Zamora & Jiménez (SF).

Sin embargo en ellos, se a hecho constar que tales estudios se han realizado sobre áreas reducidas y sin el montaje de parcelas, las cuales permiten cuantificar con exactitud y

validez estadística la riqueza y abundancia de las especies presentes dentro de La Cangreja (Morales, 1993).

En lo referente al montaje de parcelas a escala nacional se han realizado un gran número de estudios dentro de los cuales se busca analizar la estructura y composición de los bosques como los realizados por Valverde (1997) en la comunidad de Bribri en Talamanca, Quesada (1997) realizado en Bocatapada de San Carlos y los Proyectos REFORMA y ODA en la Península de Osa y Zona Norte. También hay estudios orientados a evaluar los efectos del aprovechamiento y tratamiento silvicultural en la composición y riqueza de la vegetación tal es el caso del estudio realizado por Delgado *et al* (1997). De igual manera se encuentran reportes de estudios anteriores hechos en el país como los realizados por Holdridge 1971 (citado por OET, 1991), y muchos otros en el ámbito internacional como los citados por Lamprecht (1990). Además este mismo autor hace una recopilación de estudios sobre estructura y composición en bosques tropicales, recopilados estos de varios autores. Dentro del mismo se hace una síntesis de las metodologías empleadas en estos estudios.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

Localización

Político administrativa

Distrito 9° Chiris

Cantón 4° Puriscal

Provincial San José

Ubicación geográfica.

La zona Protectora la Cangreja se sitúa al sur de Puriscal, abarcando la Fila Cangreja y sus faldas. Corresponde a la hoja cartográfica Candelaria N° 3345 III del Instituto Geográfico Nacional, entre las coordenadas Costa Rica Lambert Norte:

Horizontal 184000 – 192500

Vertical 492000 – 498000

Ver Figura 1, de ubicación de la zona protectora.

Clima

La zona presenta una precipitación media anual de 34 35 mm, reportado para la estación meteorológica de La Gloria, la temperatura media anual es de 25 a 30 °C.

En la zona se presenta una estación seca que comprende de diciembre a abril y siete meses lluviosos que van de mayo a noviembre.

Zona de vida.

En la Zona Protectora se encuentran dos zonas de vida según Bolaños & Watson (1993), siendo éstas bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transición a premontano. Las fincas en estudio están dentro del bosque húmedo tropical, en el piso basal el cual es definido por Calvo (1997) para la costa pacífica entre los 0 y 700 msnm y 26.5 - 24 C° de biotemperatura

Geología

La Zona Protectora La Cangreja se encuentra dentro de la Formación Tulín, donde se representan rocas sedimentarias del Cretácico Paleoceno. Esta formación está compuesta de olivinos, augitas e hiperstenos y basaltos serpentinizado. También es posible encontrar materiales del periodo terciario, dentro de los cuales se hallan rocas de origen sedimentario, volcánico e intrusivo, estando dentro de la zona las sedimentarias que son de las épocas Eoceno, Paleoceno y Mioceno, las cuales corresponden a material indiferenciado (Ediciones Modernas de Costa Rica, 1995).

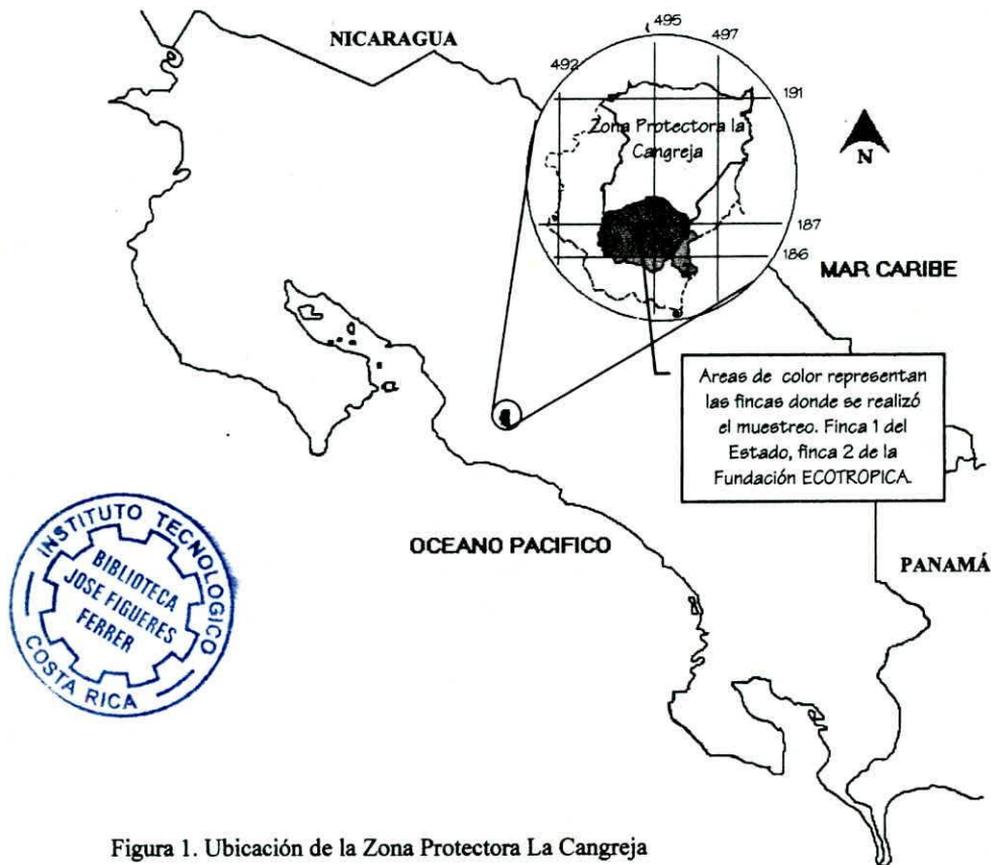


Figura 1. Ubicación de la Zona Protectora La Cangreja

Geomorfología

El cantón de Puriscal esta dividido en 4 zonas geomórficas. Dentro de la unidad de Origen Tectónoco y Erosivo, se sitúa La Zona Protectora La Cangreja. Esta unidad a la vez se divide en dos subunidades, Superficie de Erosión Alta y Fila Costeña.

La primera se encuentra al sur del cantón, la cual muestra una concordancia de alturas, lo que sugiere un periodo de erosión que niveló el área y posteriormente cortada por los ríos actuales. En las partes altas muestra un relieve ondulado suave, con valles de laderas de fuerte pendiente; las cimas son en general de amplitud mediana, entre 300 y 500 m. Esta subunidad se compone de rocas sedimentarias y basaltos profundamente meteorizados, su origen se debe a la estabilidad tectónica, que permitió la erosión hasta uniformar el relieve, luego un ascenso aumentó la erosión originando los cortes de los valles.

La subunidad Fila Brunqueña, se sitúa en la zona entre la confluencia de los ríos Tulín y Agua Caliente y el sector sur del poblado de Zapatón; la cual se orienta de acuerdo con la dirección estratificada de las rocas sedimentarias que la forman, la pendiente es fuerte con un pequeño escalón entre los 400 y 500 msnm; su sistema de drenaje se aproxima al dendrítico, muy poco desarrollado, las diferencias de relieve son grandes, y entre fondo, valle y cima frecuentemente hay de 100 a 200 m. Está compuesta por rocas de las formaciones Brito y Pacagua y con algunas intrusiones, las rocas son areniscas de grano fino, lutitas arcillosas y calizas; su origen se debe al levantamiento desde el fondo oceánico de un bloque de corteza, este bloque ascendió a lo largo de las fallas, inclinándose en las últimas etapas hacia el noreste, la erosión terminó de modelar la subunidad, haciendo una selección en las rocas (Ediciones Modernas de Costa Rica, 1995).

3.2 Muestreo

Con el fin de reducir el error de muestreo, se implementó el inventario sistemático con arranque aleatorio para el establecimiento de la primer parcela en los carriles perpendiculares a la pica madre (senderos existentes), posteriormente se utilizó el inventario sistemático para ubicar las parcelas siguientes a la primera en los carriles. El establecimiento de las parcelas se realizó en sitios con pendientes menores al 75%, fuera

de áreas de protección y dentro de sitios con bosques primarios, intervenidos y secundarios maduros.

El tamaño de las parcelas es de 40 m x 50 m, subdividida en parcelas 10 m x 10 m. (Figura 2)

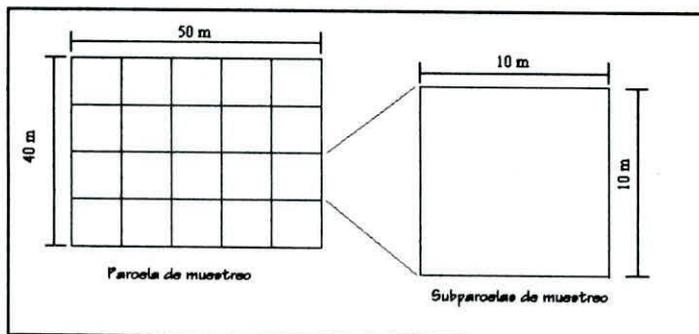


Figura 2. Forma y dimensiones de las parcelas y subparcelas a utilizar.

El área de muestreo que permite obtener un valor estadísticamente válido para la composición florística y estructura del bosque, varía entre 3 y 5 ha (Lamprecht, 1990).

Dentro de cada parcela se identificaron todos los individuos con diámetros > 10 cm a los cuales se les midió el diámetro, la altura total, posición de copa y forma de copa. En las parcelas utilizadas para realizar los perfiles horizontales y verticales del bosque se midió además el punto de inversión morfológica y proyección de copa.

3.3 *Colecta e identificación de plantas*

Se colectaron muestras botánicas (fértiles o infértiles) de los individuos dentro las parcelas que no fueron identificados al momento de hacer las mediciones. Las muestras colectadas se identificaron debidamente con un número, el cual define el número de árbol, la parcela y subparcela a la cual pertenece. Luego las muestras colectadas se colocaron dentro de una hoja de papel periódico, las cuales se agrupan, amarran y colocan dentro de una bolsa plástica.

Para la conservación de las muestras se les aplicó una disolución de alcohol y agua en una proporción de 3:1 (tres partes de alcohol de 90° con una de agua), esto con el fin de mantenerlas en el campo para luego llevarlas a un secador hecho para tal fin.

Las plantas fueron secadas e identificadas en el Departamento de Botánica del Instituto Nacional de Diversidad.

3.4 Elaboración de perfiles idealizados

Para este propósito se requirió la identificación de todos los individuos dentro de un transecto de 60 m x 10 m, a cada uno de los individuos se les debe medir el diámetro, la altura total, el punto de inversión morfológica, proyección de copa y ubicación x,y del árbol dentro de la parcela, información necesaria para la elaboración.

3.5 Determinación y análisis de la estructura del bosque

3.5.1 Estructura horizontal

En este caso se utilizó la información de área basal para la dominancia; número de árboles por hectárea para la abundancia y frecuencia.

Donde :

- ✓ **Abundancia:** es el número de árboles por especie. La abundancia absoluta es el número de individuos de una especie, y la relativa es una proporción porcentual del número de individuos de una especie entre la sumatoria de los individuos de todas las especies.
- ✓ **Dominancia:** se define como las sumas de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Es determinada por medio del área basal de las especies. De esta manera la dominancia absoluta es la suma de las áreas basimétricas de una especie expresada en m^2 y la relativa como el cociente entre el área basal de una especie entre la suma del área basal de todas las especies.
- ✓ **Frecuencia:** se entiende como tal la existencia o falta de una especie dentro de una determinada parcela, y se expresa como un porcentaje del total de unidades de registro u ocupación (Lamprecht, 1990).

Una vez obtenidos los valores de dominancia, frecuencia y abundancia tanto absolutos como relativos se pueden determinar:

- ✓ **Distribución diamétrica de los individuos:** la cual es una representación gráfica de la disminución del número de individuos conforme se aumenta en el diámetro de los mismos. El modelo general de la distribución del número de árboles por clase diamétrica es la de una *J* invertida.
- ✓ **Clases de frecuencia:** Según Lamprecht (1990), se obtienen a partir de la agrupación de frecuencias absolutas en cinco clases, por medio de las cuales se puede determinar si una especie tiene distribución horizontal continua cuando la frecuencia absoluta es mayor al 60%. Estas clases de frecuencia son:

Clase	Frecuencia absoluta
A = I	1 – 20%
B = II	21 – 40%
C = III	41 – 60%
D = IV	61 – 80%
E = V	81 – 100%

- ✓ **Índice de valor de importancia (IVI):** corresponde a la suma de la frecuencia, abundancia y dominancia relativas. Este índice lo que indica es el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente. Así índices similares en las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del bosque en su composición, en sus estructuras, en lo referente al sitio y la dinámica (Lamprecht, 1990)

Curva especie/área

Esta relación es utilizada para determinar el área mínima de muestreo. Esto es, obtener un área mínima que asegure que dentro de ella van a estar representadas casi la totalidad de las especies arbóreas de un bosque en particular. Cain *et al* (1956, citado por Lamprecht 1990), da como criterio para determinar el área mínima de muestreo el momento en el cual un aumento del 10% del área, corresponda un aumento en el número especies menor al 10%.

Para el cálculo de la curva especies/área se siguen los siguientes pasos:

1. Selección aleatoria de una parcela de área conocida.
2. Determinación del número de especies presentes dentro de la parcela.
3. Adición de una segunda parcela .
4. Se incluyen dentro del listado de la primera parcela todas las especies nuevas.
5. De esta manera se repiten los pasos 3 y 4, hasta un punto donde la adición de especies por unidad de área no es significativa.

Indices y coeficientes

Los índices a utilizar son los de diversidad y de riqueza así como los índices de mezcla y homogeneidad. Estos se utilizan para determinar la diversidad de un sitio específico (Índice de Shannon), o bien expresan la probabilidad que al tomar una muestra al azar corresponda a una determinada especie.

En el caso de los coeficientes se utilizan para determinar las similitudes o disimilitudes en los bosques tropicales, según el coeficiente puede tomar las especies totales dentro de un sitio, así como las especies en común y diferentes entre dos inventarios.

Indices de diversidad

El índice de diversidad de Shannon, permite calcular la suma de probabilidades de las especies, también es posible calcular la homogeneidad máxima de la distribución para una cantidad de especies (H_{max}). Toma valores entre cero y uno, donde los valores más cercanos a uno corresponden a sitios de alta diversidad.

La fórmula de cálculo es:

$$H = (n \log n - \sum_{i=1}^k f_i \log f_i) / n$$

donde:

n: número de individuos

f_i: son las frecuencias relativas de cada una de las especies.

Indice de riqueza

Es considerado como una medida simple de la diversidad. Kammesheidt 1994, (citado por Quesada, 1997), propone que el resultado de este índice representa el nivel real de homogeneidad.

Es determinado a través de la fórmula

$$E = \frac{H^1}{H_{\max}} * 100$$

Donde:

H^1 es Índice de Shannon

$H_{\max} = \log K$

K = número de especies.

El índice de Simpson (D), da la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una misma población, pertenezcan a una misma especie. Toma valores entre cero y uno, donde los valores más cercanos a cero corresponden a sitios muy diversos (Quesada, 1997).

Se estima a través de la siguiente fórmula:

$$D = \sum \frac{[n_i(n_i - 1)]}{[N(N - 1)]}$$

donde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = total de individuos

Coficiente de afinidad de Sørensen

Valores cercanos al 100% son propios de ecosistemas con composiciones florísticas heterogéneas.

Se calcula utilizando la fórmula:

$$K_s = \frac{2c}{a+b} * 100$$

Donde:

a = Número de especies en el inventario o muestreo A

b = Número de especies en el inventario o muestreo B

c = Número de especies comunes en los inventarios A y B

Coefficiente de mezcla

Se refiere al grado de intensidad de la mezcla de especies en una superficie dada.

Se determina por la fórmula

$$CM = \text{Número de especies} / \text{Número total de individuos}$$

3.5.2 Estructura vertical

Clases de altura

Las clases de altura se definen de acuerdo a las categorías de IUFRO (Leibundgut, 1958):

- ✓ Piso superior (altura > 2/3 de la altura superior del vuelo)
- ✓ Piso medio (< 2/3 y > 1/3 de la altura superior del vuelo)
- ✓ Piso inferior (< 1/3 de la altura superior del vuelo)

Posición de copa

Se refiere a la posibilidad que tienen las copas de recibir luz, ligado a su vez con otras variables como la altura, tolerancia y cantidad de estratos del bosque.

La propuesta original de clasificación es hecha por Dawkins (1958) y más tarde modificada por Hutchinson (1993). La clasificación consta de cinco categorías según el grado de iluminación de las copas, estas son:

1. Emergente.
2. Iluminación vertical plena.
3. Iluminación vertical parcial.
4. Iluminación oblicua uniforme.
5. Sin ninguna iluminación.



Forma de copa

Esta variable refleja en buena medida la condición sivicultural del bosque. Para su clasificación se utiliza la propuesta por Dawkins (1958) citado por Quesada, 1997. Estas son:

1. Círculo completo.
2. Círculo irregular, bueno.
3. Media copa, tolerable.
4. Menor de media copa, tolerable.
5. Una o pocas ramas, muy pobre.

Parcelas permanentes

Para su establecimiento se requiere hacer:

1. Levantamiento topográfico de las parcelas.
2. Marcar los vértices de las parcelas y subparcelas con tubos de PVC u otro material resistente al deterioro.
3. Identificar los individuos dentro de ellas con placas de aluminio o pintura, anotando en cada placa el número de árbol, número de parcela y subparcela.

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico del área basal y el número de individuos, se utilizaron las fórmulas para muestreos aleatorios simples, mencionadas por Maginnins & Sánchez (1995). Los estadísticos determinados para ambas variables fueron el promedio (\bar{x}), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV), error estándar (S_x) y el porcentaje de error de muestreo (%E).



IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parcelas permanentes de muestreo (PPM)

Dentro del sitio de estudio se establecieron siete parcelas permanentes, en el Cuadro 1 se presenta información sobre área, altitud y ubicación geográfica.

Cuadro 1. Área, altitud y coordenadas geográficas de las parcelas establecidas en el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Parcela	Área (m ²)	Altitud msnm	Ubicación geográfica (al centro de la parcela)	
			Vertical	Horizontal
1	1000	360	186220	495540
2	1400	350	186115	495540
3	3000	350	186130	495460
4	2400	420	186605	495195
5	4000	550	186925	495245
6	1800	540	186945	495145
7	2500	480	186737	495645

Coordenadas basándose en la cuadrícula Costa Rica Lambert Norte

En cuanto al tamaño de las parcelas se varió el tamaño debido principalmente a las intervenciones madereras a las cuales fue sometido el lugar en el pasado.

La consecuencia de estas intervenciones en el estudio fue el contar con un área relativamente grande (aproximadamente 50 ha), dentro de la cual se hallaba un mosaico de sucesiones que van desde repastos en las primeras fases de regeneración, hasta bosques con intervenciones moderadas y con el suficiente tiempo (alrededor de 25 a 30 años) para recuperarse y llegar a ser casi idéntico a los ricos bosques primarios de La Cangreja.

El mosaico, junto a una irregular topografía condujeron a tener que variar la metodología de muestreo y establecimiento de parcelas planteada. De este modo, se procedió a seleccionar los sitios que por observación y con base en la experiencia se consideraron los más representativos a lo que fueron los bosques primarios del lugar. En total se logró establecer 1.61 ha de muestreo, distribuidos en siete parcelas; área menor a la mínima recomendada por Lamprecht (1990) para estudios de composición.

A pesar de las variaciones antes citadas, el porcentaje de error para el área basal y el número de individuos por hectárea fueron de 12.6% y 14.8% respectivamente que representan valores situados dentro del parámetro de aceptación para inventarios hechos en bosque natural, el cual debe ser menor del 20%, según lo establecido por la Ley Forestal 7575.

En la Figura 3, se presenta el mapa de ubicación de las parcelas, dentro del área de estudio.

4.1.1 Descripción de las parcelas

PARCELA 1

Cuenta con un área de 1000 m² (20 m x 50 m), a 360 msnm en su punto medio. Se orienta 22° SW respecto a su punto de amarre.

Su topografía es bastante regular con una pendiente promedio de 30%. Se sitúa sobre una loma la cual es bordeada por quebradas al NE (Quebrada Grande) y SW.

El acceso se logra por medio de antiguas trochas, que hoy día son utilizadas como senderos. A pesar de la cercanía de las trochas, el sitio presenta poca intervención como consecuencia de las actividades del hombre, no así por los procesos naturales ya que hay presencia de varios claros, pero su influencia dentro de la parcela es mínima.

El dosel alcanza unos 25 metros de alto con algunos árboles que lo superan alcanzando 30 o 35 metros, como el caso del *Brosimum utile* y *Brosimum lactescens*. Además el sotobosque es denso impidiendo en algunos casos ver con claridad el suelo.



PARCELA 2

Cuenta con 1400 m² de área (20 m x 70 m), orientada 20° al NE y a 350 msnm.

Se ubica sobre una loma, bordeada en ambos costados por quebradas (Quebrada Grande y su tributario), es de topografía regular en dirección SW a NE con pendiente promedio de un 20%, no así en dirección NW y SE y viceversa donde las pendientes pueden llegar a alcanzar hasta un 60 %, esta condición es dada por la cercanía de las quebradas.

El dosel alcanza entre los 30 y 35 m de alto, con una mezcla heterogénea de especies dentro de él. Por su parte el sotobosque es ralo con muy pocos brinzales permitiendo esta condición caminar sin problemas, esta situación tiene su origen en el hecho que hasta hace pocos años este sector de bosque formaba parte de zonas de pastoreo, que junto con un dosel cerrado han dificultado el establecimiento de nuevos brinzales. Dentro de las especies más comunes dentro del sotobosque se hayan la *Galipea dasysperma* (Rutaceae), la cual es un arbusto de no más de 3 m de alto, así como algunas palmas de los géneros *Bactris sp*, *Chamaerodea sp*, *Asterogyna martiana* y *Cryosophila grayumii*.

Esta parcela se ubica a unos 30 m al NW de la junta de la Quebrada Grande con uno de sus tributarios.

PARCELA 3

Cuenta con un área de 3000 m² (50 m X 60 m), orientada 55° NE desde su punto de acceso y se eleva a 350 msnm.

La topografía del sitio es regular, presentando un sistema de terrazas, del lado SW hasta el centro de la parcela presenta pendientes suaves de un 4-6 % y una segunda condición sobre la falda de la loma donde las pendientes varías entre 65 y 80 %.

El bosque presenta una estructura que evidencia las intervenciones madereras a las cuales fue sometido. Esto se fundamenta en la presencias de tocones así como de trochas, una

principal que entronca a la calle hacia Mastatal y una ramificación que bordea la parcela por los costados SE y NE, la cual afecta las parcelas del costado NE.

Además, la intervención se evidencia por la presencia de especies heliofitas como *Laetia procera*, *Schefflera morototoni*, *Cecropia insignis*, *Croton smithianus* y *Vochysia megalophylla* entre otras. Unido a lo anterior, se halla el hecho de la existencia de una cantidad considerable de fustales con diámetros menores de 30 cm y algunos pocos árboles con diámetros de 70 cm, muchos de los cuales sin duda son remanentes como en el caso de un *Lecythis mesophylla* de 118 cm de diámetro y 46 m de alto.

El dosel es cerrado, llegando a alcanzar los 30 a 35 m con emergentes de 36 hasta 46 m de altura; por su parte el sotobosque es ralo y en ningún momento dificulta caminar libremente dentro de él, formado en su mayoría por *Asterogyne martiana*, además de algunos *Bactris* sp. De las especies del dose y estrato medio es posible encontrar regeneración de *Gustavia brachycarpa*, *Williamodendrum glaucophyllum* y *Abarema adenophora*, las cuales son especies muy interesantes pues son muy escasas en todo su ambito de distribución natural.

Se localiza a aproximadamente 125 m al NW de la junta de la Quebrada Grande.

PARCELA 4

Posee un área de 2400 m² (40 m x 60 m), se eleva a 420 msnm y su orientación es de 60° NE respecto a su punto de amarre.

La topografía del sitio es regular presentando una pendiente promedio de un 25 %, aunque se ubica sobre una ladera no es totalmente regular ya que a sus costados hay dos desagües de poca profundidad, los cuales captan las aguas llovidas y las conducen hacia la Quebrada Chiris. Presenta suelos del tipo inceptisol de color naranja rojizos y con contenidos de gravas.

El dosel alcanza los 30 m de altura aunque este no es uniforme, ya que en algunos sitios decae la altura como consecuencia de las intervenciones a las cuales fue sometido el sitio

en el pasado. Así mismo el dosel presenta varias aperturas como producto de la caída de árboles seniles de *Vochysia megalophylla*, *Calophyllum longifolium* y *Stephanopodium costaricense*. Dentro de las especies del dosel se encuentran árboles de *Symphonia globulifera*, *Vochysia megalophylla*, *Carapa guianensis*, *Calophyllum longifolium* y *Tetragastris panamensis*.

Estas perturbaciones en el dosel, a dado paso a un sotobosque denso en ciertas partes de la parcela donde es posible encontrar algunos bejucos del género *Bauhinia*, además *Asterogyne martiana*, *Heliconia sp* y *Piper sp*. En los sitios donde el dosel no se ha perturbado el sotobosque es ralo formado por regeneración de las especies del dosel, así como por *Asterogyne martiana* y unas pocas plantas de *Cryosophila grayumii*.

Dentro de la parcela en el sector SW se encuentra una vieja trocha de extracción sobre la cual se a establecido regeneración, sin embargo ha afectado notablemente la altura.

Para llegar a la parcela se debe tomar la antigua trocha que comunicaba Mastatal con Santa Rosa, al llegar al cruce con la Quebrada Chiris se sigue quebrada arriba y unos 40 m después del tributario que se une a la Quebrada Chiris se desvía 25 m a 65° NE.

PARCELA 5

Cuenta con un área de 4000 m² (50 m x 80 m), con altitud media 550 msnm y orientada 55° NE respecto a su punto de amarre.

La parcela presenta un grado moderado de intervención, ya que el bosque mantiene buena parte de la estructura y composición original. En el sector SW presenta un mayor grado de intervención, la cual es posible reconocer por la presencia de tocones, así como una antigua trocha. Además por su estructura y composición es posible deducir el grado de intervención, ya que muchas de las especies en este sector son heliófitas como el caso de *Schizolobium parahyba*, *Trichospermum galeottii*, *Cecropia insignis* e *Inga sp*. De igual manera el dosel es más bajo (20 a 25 m de alto), esto al compararlo con los sectores menos

intervenidos donde alcanza de 35 a 37 m de alto con árboles emergentes de hasta 45 m; y compuesto en su mayoría por especies esciófitas.

Presenta suelos inceptisoles de color oscuro (naranja rojizo) con contenidos de grava por sectores. Topográficamente presenta dos condiciones, dadas por un cambio abrupto de la pendiente.

Presenta una primer condición (cerca del 60% de la parcela), donde el terreno es relativamente plano con pendiente promedio de un 20 %. En este sector el sotobosque es moderadamente denso pero no dificulta el paso; formado principalmente por *Asterogyne martiana*.

Una segunda condición que abarca el 40 % restante de la parcela, posee pendientes de entre el 50 y 70%. En esta parte de ladera el sotobosque es muy ralo y en algunos sectores casi inexistente, limitándose a algunos helechos e hierbas. Las plantas de porte bajo se restringen a individuos de Cola de Gallo (*Asterogyne martiana*) y algunos Viscoyoles (*Bactris sp*)

El acceso se hace quebrada arriba después de la parcela 4 (Ver Figura 3).

PARCELA 6

Cuenta con 1800 m² de área (30 m x 60 m), se orienta 55° NE y a 540 msnm de altitud .

Se sitúa sobre una loma y está bordeada por quebradas. Es de topografía muy regular con 8 a 10 % de pendiente promedio, con suelos del tipo entisol con contenidos de grava y algunas rocas.

Por su estructura de primera impresión es posible pensar que se está dentro de bosques intervenidos, ya que el dosel alcanza entre 25 y 28 m de alto con emergentes de hasta 42 m de *Schyzolobium parahyba*, sin embargo el dosel es discontinuo al ser más bajo en partes, lo cual da paso a un sotobosque ralo dentro del cual se puede caminar fácilmente.

Por su composición florística demuestra que se trata de un bosque secundario con una muy buena recuperación, ya que gran mayoría de las especies presentes son heliófitas durables como el caso del *Schyzolobium parahyba*, *Goethalsia meiantha*, *Vochysia ferruginea*, *Vochysia megalophylla*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra* y varias especies de Guabas (*Inga* sp). Las especies esciófitas son muy pocas, algunas son *Platymiscium curuense* y brinzales de *Peltogyne purpurea*.

Quizás uno de los aspectos más curiosos del sitio se encuentra en el sotobosque, pues aunque es ralo hay una alta frecuencia de brinzales y algunos latizales de *Peltogyne purpurea* y unos muy escasos de *Cynometra retusa*. Lo interesante del caso es que cerca del sitio no hay árboles semilleros de estas especies, también es frecuente encontrar plantas de *Asterogyne martiana* y algunos *Bactris* sp.

Hacia el costado NW en el borde de la parcela, hay presencia de claros lo cual ha dado paso al establecimiento de bejucos y especies arbustivas.

PARCELA 7

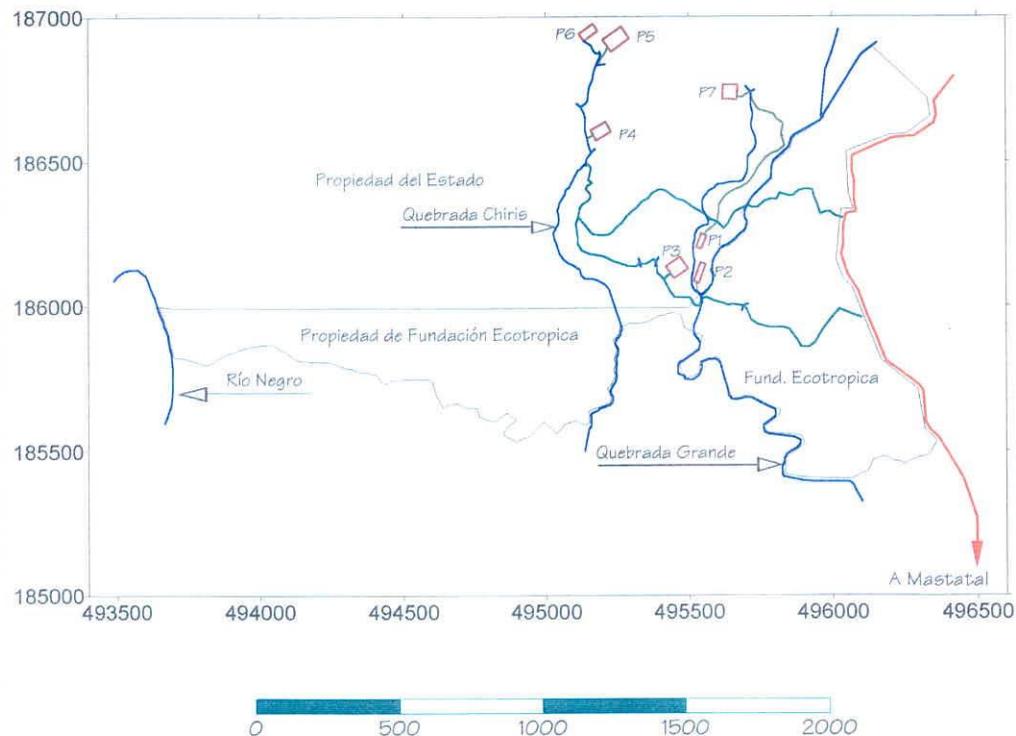
Tiene un área de 2500 m² (50 m x 50 m) y se sitúa a 480 msnm y su orientación es de este a oeste. La topografía es inclina con un 30 – 35% de porcentaje de pendiente, y está situada en la falda de una loma.

El sitio en sí no evidencia mucha intervención del hombre, debido a la ausencia de trochas en sus cercanías, además su estructura y composición no reflejan alteraciones importantes. Sin embargo en el sector norte se encuentran bejucos y algunas especies de porte bajo, esta condición debe su origen como producto de un claro formado en el pasado y por la pendiente pues llega a alcanzar el 80 %. Su composición florística es muy diferente a las otras parcelas, ya que en ella se encuentra el 100% de la especie *Lonchocarpus* sp y la mayoría de los árboles de *Ficus insipida*.

Presenta un dosel sobre los 30 a 35 m de alto dominado en su gran mayoría por árboles de *Ficus insipida* (Chilamate) y *Lonchocarpus sp*, además no es muy denso. Por su parte el sotobosque es ralo conformado principalmente por palmas de Viscoyol (*Bactris sp*), cola de gallo (*Asterogyne martiana*), *Carludovica sp* y helechos de no más de 30 cm de alto, además la regeneración de especies del dosel y estrato medio es escasa, y algunas de las especies presentes a nivel de brinjal son *Abarema macradenia*, *Parathesis sp* y *Dilodendron costaricense*. Esta situación es producto del grado de ocupación obtenido por las copas de *F. insipida*.

El acceso esta parcela se hace quebrada arriba (después de la Quebrada Grande) y luego se desvía por la falda de la loma (Ver Figura 3).





SIMBOLOGIA

- RIOS Y QUEBRADAS ———
- CALLE PUBLICA ———
- SENDEROS ———
- ACCESO PARCELAS ———

FUNDACIÓN ECOTROPICA

Area : 100 ha 8128.47 m²

Nº registro : SJ - 194435 - 94

Diseño : Luis Gmo. Acosta Vargas

Situada en Mastatal
 Distrito 9º Chiris
 Cantón 4º Puriscal
 Provincia 1º San José

ESCALA 1 : 20000

Figura 3. Mapa de ubicación de las parcelas permanentes establecidas en la Z. P. La Cangreja. Mastatal, Puriscal, 1998

Fecha : Octubre de 1998

4.2 Composición florística del sitio

Dentro del sitio muestreado se logró determinar 193 especies de árboles, las cuales se distribuyen en 126 géneros y 56 familias.

De las especies encontradas 84 son nuevos reportes para el área, así como tres nuevas familias al listado elaborado y actualizado por Morales (1998).

Dentro de las especies encontradas se hallan algunas que en la actualidad son consideradas como escasas y/o en peligro de extinción como lo son *Caryodaphnopsis burgeri*, *Peltogyne purpurea*, *Caryocar costaricense* y *Couratari guianensis*, según Jiménez (1993). El detalle de las especies muestreadas, se presenta en el siguiente listado. Además *Lecythis mesophylla* y *Gustavia brachycarpa* son especies muy escasas conocidas solo en este sitio y Península de Osa.

4.2.1 Endemismo en el componente arbóreo

Para Jiménez (1998, conv. per) en sitio el endemismo oscila alrededor del 5%, de la vegetación total. Dentro de las especies muestreadas dentro de las parcelas, 14 de ellas son especies endémicas para Costa Rica. Las especies se han determinado en base al listado de planta endémicas por área de conservación elaborado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio, 1998).

Las especies endémicas son: *Caryodaphnopsis burgeri*, *Dugetia confusa*, *Inga Jimenezii*, *Licania costaricensis*, *Matisia tinamastensis*, *Meliosma donnellsmithii*, *Parathesis acostensis*, *Platymiscium curuense*, *Sloanea subesphaerocarpa*, *Sloanea sulcata*, *Stephanopodium costaricense*, *Ternstroemia multiovulata*, *Unonopsis teobromifolia* y *Williamodendrum glaucophyllum*.

Las 14 especies representan el 7.25% del total de especies muestreadas, este valor que se puede considerar como alto si se toma en cuenta que corresponde al componente arbóreo con diámetros mayores a 10 cm.

4.2.2 Listado de especies determinadas en el muestreo

donde: * nueva especie reportada al Listado de Morales (1998)

(Acosta __) corresponde a la numeración de especímenes botánicos para el herbario.

Anacardiaceae

- Spondias radkolferi* Donn. Sm.
- Tapirira myriantha* Triana & Planch. *

Anonaceae

- Annona amazonica* R. E. Fr *
- Duguetia confusa* Maas (Acosta 32) *
- Guatteria* sp (Acosta 02)
- Guatteria chiriquiensis* R.E. Fr
- Guatteria tonduzii* Diels
- Klarobelia stipitata* Chatron (Acosta 31) *
- Unonopsis teobromifolia* N. Zamora & Poveda (Acosta 33)



Apocynaceae

- Aspidosperma myristicifolium* (Markgr.) Woodson *
- Aspidosperma rigidum* Rusby *
- Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Muell. Arg. (Acosta 25)
- Lacmellea panamensis* (Woodson) Markgr.

Aquifoliaceae *

- Ilex schutchii* Eduin ex W. J. Hahn *

Araliaceae

- Dendropanax arboreus* (L.) Decne & Planch.
- Dendropanax caucanus* (Harms) Harms (Acosta 43)
- Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin

Arecaceae

- Oenocarpus mapora* H. Karst. (Acosta 48) *

Bignoniaceae

- Spathodea campanulata* P. Beaur. *
- Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

Bombacaceae

- Bombacopsis sessilis* (Benth.) Pittier
- Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. *
- Matisia tinamastensis* Estrada y Cascante (Acosta 40) *
- Quararibea asterolepis* Pittier (Acosta 18) *

Boraginaceae

- Cordia megalantha* S. F. Blake (Acosta 19) *
Cordia cymosa (Donn. Sm.) Standl. *

Burseraceae

- Protium costaricense* (Rose) Engl.
Protium glabrum (Rose) Engl.
Protium panamense (Rose) I. M. Johnst.
Protium revenii D. Porter (Acosta 41) *
Protium schippii Lundell *
Tetragastris panamensis (Engl.) Kuntze (Acosta 30) *

Capparidaceae

- Capparis pittieri* Standl. (Acosta 04)

Caryocaryaceae *

- Caryocar costaricense* Donn. Sm. *

Cecropiaceae

- Cecropia insignis* Liebm. *

Celastraceae

- Maytenus guyanensis* Klotzsch ex Reissek *

Chrysobalanaceae

- Hirtella* sp
Hirtella triandra Sw. *
Licania costaricensis Standl & Steyerm (Acosta 42) *
Licania hypoleuca Benth.
Licania kallunkii Prance

Clethraceae

- Clethra mexicana* A. DC.

Clusiaceae

- Calophyllum longifolium* Willd.
Garcinia madruno (Kunth) Hammel *
Marila laxiflora Rusby
Symphonia globulifera L. f.
Tovomita longifolia (Rich.) Hochr

Combretaceae

- Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell
Terminalia oblonga (Ruiz & Pav.) Steud. *

Dichapetalaceae

- Stephanopodium costaricense* Prance (Acosta 11)

Elaeocarpaceae

- Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.
Sloanea subsphaerocarpa Damon A. Sm. (Acosta 27) *
Sloanea sulcata Damon A. Sm. (Acosta 07)

Erythroxylaceae

- Erythroxylum macrophyllum* Cav. (Acosta 13)

Euphorbiaceae

- Adelia triloba* (Mull. Arg.) Hemsl.
Alchornea costaricensis Pax & K. Hoffm.
Cleidion castaneifolium Mull. Arg.
Croton schiedeanus Schldtl.
Croton smithianus Croizat *
Drypetes brownii Standl. (Acosta 45) *
Hyeronima alchorneoides Allemao
Sapium glandulosum (L.) Morong *



Fabaceae – Caes

- Cynometra retusa* Britton & Rose
Dialium guianense (Aubl.) Sandwith *
Peltogyne purpurea Pittier
Schizolobium parahyba (Vell.) S. F. Blake *
Tachigali versicolor Standl. & L. O. Williams

Fabaceae - Min.

- Abarema adenophora* (Ducke) Barneby & Grimes (Acosta 24) *
Abarema macradenia (Pittier) L. Rico *
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb *
Inga sp
Inga acrocephala Steud.*
Inga acuminata Benth.*
Inga alba (Sw.) Willd.*
Inga barbouri Standl. *
Inga curuscans Kunth ex Willd. *
Inga densiflora Benth. *
Inga edulis Mart. *
Inga jimenezii N. Zamora
Inga leiocalycina Benth. *
Inga oerstediana Benth. ex Seem.
Inga sertulifera DC. *
Inga umbellifera (Vahl) Steud. *
Inga venusta Standl. *

Fabaceae – Pap

Erythrina gibbosa Cufod.

Lonchocarpus sp

Lonchocarpus macrophyllus Kunth *

Lonchocarpus pentaphyllus (Poir.) DC.

Platymiscium curuense N. Zamora & Klitgaard (Acosta 23) *

Pterocarpus rohrii Vahl. *

Swartzia panamensis Benth.

Flacourtiaceae

Casearia arguta Kunth *

Casearia commersoniana Cambess. *

Lacistema aggregatum (Bergius) Rusby

Laetia procera (Poepp.) Eichler *

Lunania mexicana Brandegee (Acosta 09)

Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer *

Hippocrateaceae

Cheiloclinium cognatum (Miers) A.C. Sm.

Icacinaceae

Calatola costaricensis Standl.

Lauraceae

Lauraceae (Acosta 49)

Beilschmiedia sp (Acosta 15)

Caryodaphnopsis burgueri N. Zamora & Poveda (Acosta 26)

Licaria misantlae (Brandegee) Kosterm. *

Licaria triandra (Sw.) Kosterm

Ocotea atirrensensis Mez & Donn. Sm.

Ocotea cernua (Nees) Mez *

Ocotea insularis (Meisn.) Mez

Ocotea laetevirens Standl. & Steyerl *

Ocotea leucoxydon (Sw.) Laness. *

Ocotea nicaraguensis Mez

Persea americana Mill.

Williamodendrum glaucophyllum (van der Werff) Kubitzki & H. G. Richt.
(Acosta 21) *

Lecythidaceae

Couratari guianensis Aubl.

Eschweilera integrifolia (Ruiz & Pav. Ex) Miers R. Knut *

Eschweilera pittieri Kunth

Grias cauliflora L.

Gustavia brachycarpa Pittier (Acosta 03)

Lecythis mesophylla S. A. Mori (Acosta 47)

Malpighiaceae

Byrsonima crisper A. Juss.

Melastomataceae

Miconia hondurensis Donn. Sm.

Miconia multispicata Naudin *

Miconia trinervia (Sw.) D. Don

Mouriri cyphocarpa Standl.



Meliaceae

Carapa guianensis Audl. *

Cedrela odorata L.

Guarea sp

Guarea sp1

Guarea sp2

Guarea bullata Radlk.

Guarea guidonea Radlk. *

Guarea kunthiana A. Juss. *

Guarea pterorhachis Harms

Trichilia septentrionalis C. DC.

Trichilia tuberculata (Triana & Planch.) C. DC.

Moraceae

Botocarpus costaricensis Standl. & L. O. Williams

Brosimum alicastrum Sw. *

Brosimum costaricanum Liebm. *

Brosimum guianense (Aubl.) Huber

Brosimum lactescens (S. Moore) C.C. Berg *

Brosimum utile (Kunth) Oken

Clarisia biflora Ruiz & Pav.

Ficus brevibracteata W. C. Burger *

Ficus costaricana (Liebm.) Miq.

Ficus insipida Willd.

Ficus obtusifolia Kunth *

Ficus pertusa L.f. *

Maclura tinctoria (L.) G. Don

Maquira costaricana (Standl.) C. C. Berg *

Pseudolmedia mollis Standl. (Acosta 05) *

Sorocea cofudontisii W. C. Burger

Myristicaceae

Compsonaura sprucei (A. DC.) Warb.

Otoba novogranatensis Moldenke

Virola koschnyi Warb. *

Virola sebifera Aubl.

Myrsinaceae

Parathesis acostensis J. F. Morales (Acosta 20) *

Myrtaceae

Eugenia sp

Eugenia leptoclada DC. (Acosta 14) *

Nyctaginaceae

Neea sp

Olacaceae

Heisteria concinna Standl. *

Protaceae

Roupala montana Aubl. *

Quiinaceae

Quiina schippii Standl.

Rhamnaceae

Colubrina glandulosa Perkins *

Rhizophoraceae *

Cassipourea eliptica (Sw.) Poit. (Acosta 01) *

Rubiaceae

Chimarrhis parviflora Standl. *

Chione silvicola (Standl.) W. C. Burger

Chomelia microloba Donn. Sm. *

Genipa americana L. *

Guettarda crispiflora Vahl *

Guettarda macrosperma Donn. Sm. (Acosta 12) *

Tocoyena pittieri (Standl.) Standl. *

Sabiaceae

Meliosma allenii Standl. & L. O. Williams (Acosta 06)

Meliosma donnellsmithii Urb. (Acosta 22)

Sapindaceae

Cupania sp1

Cupania sp2 (Acosta 54)

Cupania rufescens Triana & Planch.

Vourana anomala (Steayerm.) P. Acevedo (Acosta 17) *

Sapotaceae

- Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma *
- Pouteria durlandii* (Standl.) Baehni *
- Pradosia atrovioleacea* Ducke

Simaroubaceae

- Simarouba amara* Aubl. *

Staphyleaceae

- Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don.

Sterculiaceae

- Sterculia recordiana* Standl.

Theaceae

- Ternstroemia multiovulata* Gómez-L., Q. Jiménez & N. Zamora

Tiliaceae

- Goethalsia meiantha* (Donn. Sm.) Burret
- Luehea seemannii* Triana & Planch.
- Mortoniendron anisophyllum* (Standl.) Standl. & Steyerm.
- Trichospermum galeottii* (Turcz.) Kosterm.



Turneraceae

- Erblichia odorata* Seem.

Verbenaceae

- Vitex cooperi* Standl.

Violaceae

- Gloeospermum diversipetalum* Standl. & L. O. Williams (Acosta 10)
- Rinorea* sp

Vochysiaceae

- Vochysia ferruginea* Mart.
- Vochysia megalophylla* Stafleu

Dos casos muy particulares dentro de las especies encontradas son un árbol de Aguacate (*Persea americana*) originario de Centro América pero poco frecuente dentro del bosque, pues es más cultivado. Además LLama del Bosque (*Spathodea campanulata*) un Africano muy naturalizado en el país.

La presencia de estas especies tienen su establecimiento dentro del bosque por circunstancias diferentes, el Aguacate se debe de haber establecido al dejar una semilla en el sitio por las personas que con frecuencia pasaban por el lugar para dirigirse a sus lugares de trabajo. En el caso del LLama del Bosque, al tener semillas aladas fue transportado por el viento hasta el sitio; pero además logró caer dentro de un claro, el cual permitió su establecimiento, sin embargo no se debe descartar que alguien halla transportado la semilla. En la corrección del listado se utilizaron los textos de Jiménez *et al* (1996), Jiménez & Poveda (1996) y Quesada *et al* (1997).

4.3 Caracterización de la estructura del bosque

4.3.1 Estadísticos obtenidos

Los valores de área basal (G) y el número de individuos (N) por hectárea y por parcela se presentan a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen del área basal y número de individuos por parcelas y por hectárea, junto con los estadísticos para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Parcela	Datos por parcela			Datos por hectárea	
	Area	Arboles	Area basal	Arboles/ha	Area basal
1	1000	72	3.12	720.0	31.20
2	1400	94	6.06	671.4	43.25
3	3000	176	12.87	586.7	42.89
4	2400	132	8.59	550.0	35.80
5	4000	238	15.71	595.0	39.27
6	1800	92	5.52	511.1	30.66
7	2500	126	11.60	504.0	46.41
			<i>X</i>	591.2	38.50
			<i>S</i>	80.391	6.151
			<i>CV</i>	0.136	0.160
			<i>Sx</i>	30.385	2.325
			<i>T</i> $\alpha/2$	2.447	2.447
			% <i>EM</i>	12.577	14.777

Cabe rescatar del cuadro anterior los valores por hectárea del área basal y N, ya que son valores altos comparables con los citados por Lamprecht (1990) para bosques húmedos siempreverdes, donde se reportan alrededor de 600 árboles/ha y áreas basales normales de 23 a 37 m² (Dawkins, 1958,1959 citado por Lamprecht, 1990) para bosques pluviales africanos. Holdridge (1971) citado por Janzen (OET, 1990), menciona valores de área basal de 40.4 m² y 503 árboles/ha, para Rincón en la Península de Osa, así como valores de 45.78m² y 300 árboles/ha en Punta Llorona, Corcovado. En ambos casos han sido muestreos de la flora arborescente > 10 cm de diámetro.

Estos datos muestran la similitud en área basal y árboles/ha, entre bosques tropicales tanto en el ámbito nacional como internacional, sin embargo se debe tener presente que a nivel de composición se tienen diferencias entre los sitios antes mencionados.

Además los valores de porcentaje de error son bajos, a pesar de los cambios a los cuales se tuvo que someter el muestreo y las dificultades para la obtención de los sitios a muestrear.

4.4 Estructura horizontal

4.4.1 Índices determinados.

Los índices determinados fueron Shannon, Simpson, el coeficiente de mezcla y el índice de valor de importancia (IVI). Además por las intervenciones dadas dentro del sitio se utilizó el índice de homogeneidad.

Por su parte Simpson es determinado por la abundancia de las especies más importantes, a su vez da la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie. Sus valores varían entre 0 y 1, y de este modo a valores más bajos corresponden sitios más diversos (Uhl, 1981; citado por Quesada, 1990). En este caso en particular el valor de 0.03, indica que de cada 100 veces que se tome al azar un par de individuos en tres oportunidades corresponderán a la misma especie. Por lo tanto, según el planteamiento del índice de Simpson estamos en presencia de un sitio diverso.

El valor del índice de Shannon calculado es de 0.44, dicho valor define la diversidad del sitio como media, ya que los valores más cercanos a uno corresponden a sitios muy diversos.

El índice de Shannon es sensible a la riqueza de especies (Bavá, 1990). Según Vilchez (1997 conv. per.) el bajo valor de este índice se debe a la mala distribución de los recursos existentes dentro del sitio. De esta manera frecuencias muy altas como el caso de *Vochysia megalophylla* o bien *Calatola costaricensis*, hacen que el índice de Shannon dé valores bajos de diversidad. En este caso lo que ha sucedido, es que por aprovechamientos dados en el pasado se dio la liberación de recursos como espacio, luz, agua y nutrientes los cuales han sido aprovechados por especies heliófitas aumentando así su frecuencia, como *Vochysia megalophylla* y *Carapa guianensis*.

Por otro lado se encuentran especies esciófitas que han quedado como remanente, al situarse dentro del grupo de las especies conocidas como **no comerciales**, por lo tanto este proceso selectivo condujo al incremento poblacional de estas especies, ejemplos de estas son *Calatola costaricensis* y *Stephanopodium costaricense*. Es por tal sensibilidad a la distribución de recursos que el índice de Shannon no concuerda con los anteriores (Simpson), calificando al sitio como de mediana diversidad. Esta condición de desigualdad en la repartición de los recursos se reafirma al estudiar el IVI.

Por su parte el índice de diversidad (E), es el cociente producto del índice de Shannon (H^1) y el H_{max} el cual representa el mayor número posible de especies a encontrar en un sitio. Kammesheidt (1994) citado por Quesada (1997), afirma que este valor de E indica la homogeneidad real de un ecosistema, con lo cual vasta conocer la cantidad de especies y " E " para describir los componentes de diversidad, sin la necesidad de calcular otros índices. En este caso se obtuvo un valor de 19.3% de homogeneidad real, lo cual cataloga al sitio como de baja diversidad, sin embargo se debe tener presente que al igual que el índice de Shannon este índice es sensible a la riqueza de especies, por lo que su bajo valor encuentra la misma justificante que el índice de Shannon. Sería un error encasillar el sitio de baja

diversidad, ya que por el número de especies (148 especies por hectárea > 10 cm de diámetro) se compara con sitios diversos, además no cabe duda que por las evidentes intervenciones dadas en el lugar de estudio, son las cuasa principal de los bajos valores de los índices de Shannon y riqueza (E).

En el Cuadro 3, se hace una comparación del número de especies por hectárea entre diferentes localidades del país donde se encuentran bosques húmedos, para con ello lograr asignar una categoría de diversidad al sitio.

Cuadro 3. Comparación del número de especies arbóreas (dap > 10 cm) por hectárea para diferentes localidades de bosques húmedos en Costa Rica.

Localidad	Especies/ha	Fuente
Z. P. La Cangreja Mastatal, Puriscal	148	
Bribri, Talamanca, Limón		Valverde, 1997
Bosque Coredor	126	
Bosque Bribri	117	
Bocatapada, San Carlos		Quesada, 1997
Tratamiento mejorado	106	
Tratamiento tradicional	117	
Tratamiento intensivo	92	
Punta Llorona, Corcobado	108	Holdridge 1975, citado en OET, 1990
Estero Guerra, Drake	217	Castillo, 1996
Dos Brazos	189	
Mogos	186	



Del cuadro anterior es posible rescatar dos observaciones. La primera es que de acuerdo al parámetro evaluado es más diversa la costa pacífica que la atlántica; en segundo lugar se tiene que el sitio de estudio en la Z. P. La Cangreja es menos diverso que los sitios de cerranias en la Península de Osa considerados muy diversos, pero más diverso que las partes bajas de la Península de Osa donde la vegetación es homogénea como el caso de Punta LLorona.

En síntesis, el sitio de estudio en la Z. P. La Cangreja se clasifica como diverso con base en los criterios dados por el índice de Simpson, el número de especies por hectárea (Cuadro 3) y clases de frecuencia (punto 4.4.3).

En el Cuadros 4 muestran el comportamiento de la abundancia, frecuencia y abundancia para las diez especies dominantes en cada criterio.

Cuadro 4. Valores de abundancia, frecuencia y dominancia por hectárea para las 10 especies más importantes en cada uno, para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Especie	Abundancia árboles/ha	Frecuencia	Dominancia m ² /ha
<i>Vochysia megalophylla</i>	54.7	37.9	4.99
<i>Calatola costaricensis</i>	45.3	30.4	0.89
<i>Brosimum utile</i>	36.0	27.3	2.66
<i>Carapa guianensis</i>	22.4	16.8	1.29
<i>Lonchocarpus</i> sp	18.6		1.12
<i>Symphonia globulifera</i>	14.3	13.0	1.10
<i>Stephanopodium costaricense</i>	13.0	10.6	
<i>Simarouba amara</i>	11.8	10.6	0.90
<i>Goethalsia meiantha</i>	10.6	8.7	
<i>Virola koschnyi</i>	9.9	9.9	
<i>Alchornea costaricensis</i>		9.9	
<i>Ficus insipida</i>			4.02
<i>Lecithys mesophylla</i>			1.28
<i>Calophyllum longifolium</i>			0.86
Subtotal	236.6		19.11
Otras 183 especies	341.0		20.21
Total	577.6	100	39.32

Es importante destacar que las especies *Vochysia megalophylla*, *Brosimum utile*, *Carapa guianensis*, *Symphonia globulifera*, *Calatola costaricensis* y *Simarouba amara*, tienen claro dominio dentro de los parámetros evaluados.

Los casos más interesantes son representados por las especies *Ficus insipida*, *Calophyllum longifolium* y *Lecythis mesophylla*, ya que estas especies se encuentran dentro de las diez primeras especies que concentran el 48.6 % de la dominancia, pero con bajos valores de abundancia y frecuencia que las excluye de la agrupación realizada. En el caso de las dos

primeras especies, se trata de especies heliófitas durables las cuales después de las intervenciones han logrado restaurarse y ocupar un lugar de privilegio; en el caso de *Lecythis mesophylla*, se trata de una especie esciófita parcial la cual se halla representada por árboles remanentes.

Según Lamprecht (1990), coeficiente de mezcla indica la intensidad de la mezcla y este depende fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, además el valor correspondiente a condiciones promedio es de 1:7. El valor para el sitio es de 1:5, lo cual indica que al tomar cada cinco individuos aparecerá una nueva especie.

Indice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia IVI, da a conocer el peso ecológico de una determinada especie, a su vez es compuesto por los valores relativos de frecuencia, abundancia y dominancia, de esta manera se viene a poner en manifiesto la distribución de los recursos disponibles dentro del ecosistema. A mayores valores corresponde un mayor peso ecológico y una mayor concentración de recursos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índice de valor de importancia (IVI) para las 10 especies con valores más altos dentro del bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Especie	IVI
<i>Vochysia megalophylla</i>	60.03
<i>Calatola costaricensis</i>	41.01
<i>Brosimum utile</i>	40.33
<i>Carapa guianensis</i>	23.47
<i>Ficus insipida</i>	18.34
<i>Symphonia globulifera</i>	18.31
<i>Simarouba amara</i>	14.90
<i>Stephanopodium costaricense</i>	14.21
<i>Lonchocarpus sp1</i>	14.16
<i>Virola koschnyi</i>	13.37
Sub total	258.14
Otras 183 sp	41.86
Total	300



110 - 236

En este caso se tiene una ocupación del 86% del IVI en diez especies, y el 14% restante se reparte entre 183 especies, de las cuales 70 especies están representadas por un individuo y 34 por tan solo dos individuos. Esta situación conduce a reafirmar la diversidad existente dentro del sitio, ya que dentro de ecosistemas diversos el número de especies por hectárea es alto, pero representadas por pocos individuos por hectárea. Esta condición se respalda y amplía en el punto 4.4.3 correspondiente a las clases de frecuencia.

4.4.2 *Curva especie/area*

En este caso, se tuvo la problemática de contar con siete parcelas las cuales presentan diferentes grados de intervención, lo cual ha dado paso a tener diferencias aparentes en cuanto a composición dentro de cada sitio.

Con el fin de reducir los errores a la hora de crear la curva, como producto de las variaciones que pueden tener por las diferencias marcadas de especies dentro de cada una de las parcelas, se recurrió a utilizar el coeficiente de mezcla y homogeneidad, con el fin de agrupar las parcelas dentro de dos diferentes clases de intervención, siendo estas moderadamente intervenidas y muy intervenidas. Lamprecht (1990), recomienda trabajar con bosques que presenten una misma composición florística, ya que de lo contrario esto provocaría saltos o en la curva variando su pendiente en sectores, lo cual indicaría que se está trabajando con sitios de diferente composición florística. Esto conduce a que la curva no se estabilice y por ende no se encuentre con certeza el área mínima de muestreo.

En vista de las aparentes diferencias de composición entre las parcelas, se optó por calcular el índice de homogeneidad. En el Cuadro 6, se presenta el resumen en forma de matriz, de las especies presentes dentro de cada parcela, así como el valor del índice de homogeneidad.

Cuadro 6. Número de especies presentes en cada parcela y especies en común entre las parcelas para el cálculo del índice de homogeneidad, en las PPM establecidas en el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Especies presentes en la parcela							Valores del índice de homogeneidad							
	2	3	4	5	6	7		2	3	4	5	6	7	
	<i>60</i>	<i>77</i>	<i>63</i>	<i>82</i>	<i>46</i>	<i>57</i>								
1	<i>39</i>	21	30	21	27	12	12	1	42.4	51.7	41.2	44.6	28.2	25
2	<i>60</i>		28	29	30	12	19	2		40.9	47.2	42.3	22.6	32.5
3	<i>77</i>			35	42	16	19	3			50	52.8	26	28.4
4	<i>63</i>				30	14	17	4				41.4	25.7	28.3
5	<i>82</i>					20	19	5					31.3	27.3
6	<i>46</i>						20	6						38.8

NOTA: Números en *itálica* representan las especies presentes en cada parcela

Números en **negrita** representan las especies en común entre dos parcelas y el valor del índice.

De acuerdo a los valores obtenidos y partiendo del hecho que a mayores valores corresponden sitios más homogéneos, se tiene un primer grupo dentro del cual se agrupan las parcelas 1, 2, 3, 4 y 5, las cuales tienen índices de homogeneidad con valores entre 41 y 53 %, agrupándolas dentro de la categoría de moderadamente intervenidas.

Un segundo grupo lo constituyen las parcelas 6 y 7, las cuales presentan valores entre 22 y 33 % de homogeneidad entre las cinco parcelas restantes y un 38.8% entre ambas, lo que permite agruparlas dentro de la categoría de muy intervenidas.

Los dos parámetros de agrupación se han hecho con base en las especies presentes, de este modo la categoría moderadamente intervenida presenta árboles remanentes y un número considerable de especies esciófitas. Dentro del grupo muy intervenido, se agrupan las parcelas que presentan en su mayoría especies heliófitas y muy escasas esciófitas de reciente establecimiento o remanentes.

Con la anterior división se busca reducir los posibles errores dentro de la curva especie/área, en tal caso se realizó la prueba de *t* para comprobar la validez estadística de la agrupación, a la vez que sirve para justificar la agrupación que se ha hecho en dos clases de intervención.

El resumen estadístico de la prueba de t se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resumen estadístico para validar la agrupación en dos grados de intervención de las parcelas establecidas en el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Estadístico	Mod.int.	Muy.int.
Media	45.4446354	27.5339441
Varianza	21.4714977	8.4638976
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.35808048	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	9.00161658	
$P(T \leq t)$ una cola	4.2628E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.83311386	
$P(T \leq t)$ dos colas	8.5255E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.26215889	

H_0 : Mod.Int = Muy.int

H_a : Mod.int \neq Muy.int

En vista que los valores de t calculados para una y dos colas son menores al t teórico se acepta la hipótesis nula (H_0), ya que no hay diferencias significativas estadísticamente entre ambas agrupaciones. Por lo cual no es necesario hacer la división, desde el punto de vista numérico, no así para las diferencias por composición, donde sí es necesario realizar la agrupación.

La gráfica se elaboró, adicionando en cada etapa 1000 m², hasta completar los 16100 m² muestreados, la adición se realizó en forma ascendente, esto es iniciando con la parcela 1 y terminando con la 7.

El Cuadro 8 contiene los valores del área y número de especies acumuladas.

Cuadro 8. Números de especies acumuladas cada 0.1 ha, para la elaboración de la curva especie/área, para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Area	Especies acumuladas	Especies nuevas	Area	Especies acumuladas	Especies nuevas
0.1	39	39	0.9	138	6
0.2	68	29	1	148	10
0.3	84	16	1.1	154	6
0.4	97	13	1.2	160	6
0.5	108	11	1.3	168	8
0.6	118	10	1.4	179	11
0.7	124	6	1.5	186	7
0.8	132	8	1.6	193	8

En la Figura 4, se presenta la gráfica que ilustra la curva especie/área. En ella se grafica el área total muestreada, a la vez que se traza la línea de mejor ajuste entre los puntos, por medio de la cual se puede determinar el área mínima de muestreo por medios matemáticos.

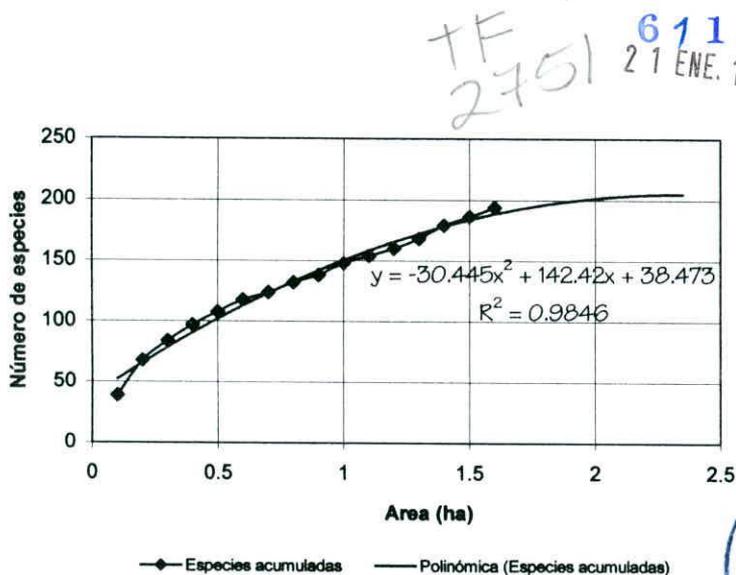


Figura 4. Curva especie/área para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.



La figura anterior presenta muy leves variaciones, lo cual reafirma la condición obtenida mediante la prueba de t , la cual indicaba que no existían diferencias cuantitativas entre las dos agrupaciones.

La ecuación $y = -30.445X^2 + 142.42X + 38.473$, representa la línea de mejor ajuste desarrollada por EXCELL, a la línea de tendencia de las especies acumuladas. Utilizando el criterio de la primera derivada, se puede obtener el punto de inflexión, el cual para este caso indicaría el área máxima donde se dejarán de muestrearse nuevas especies.

Al derivar la función se tiene que $f(x)^1 = -60.89x + 142.42$, al despejar "x" se obtiene el punto de inflexión mismo que corresponde al área, el cual al sustituirlo dentro de la ecuación original obtenemos el número de especies para el área. De esta manera el área es de 2.3 ha dentro de las cuales es posible encontrar 205 especies.

Sin embargo, si se sigue la propuesta de Cain *et al* (1956), quienes consideran que se ha alcanzado el área mínima de muestreo cuando una ampliación de un 10% del área no corresponda un incremento mayor al 10% en nuevas especies, el área mínima de muestreo para el bosque de La Cangreja es de 0.5 ha. Aunque se puede considerar que el área mínima de muestreo a utilizar para el sitio es de 1 ha, ya que a partir de 0.5 ha y hasta 1 ha el incremento en especies oscila entre 8% y 4.5%.

4.4.3 Clases de frecuencia

De acuerdo con lo expuesto por Lamprecht (1990), las clases de frecuencia dan una primera impresión de la homogeneidad de los bosques, de esta manera bosques que agrupan la mayoría de especies en las clases de frecuencia IV y V y pocas en las clases I y II se trata de bosques con una composición florística muy homogénea. Al contrario cuando son las clases I y II las que agrupan la mayor cantidad de especies se está en presencia de bosques con una heterogeneidad florística acentuada.

Para el Bosque de La Cangreja, no se encuentran especies con distribución horizontal continua, ya que la totalidad de las especies se concentran en las clases de frecuencia I y II.

Dentro de la clase I se agrupan 190 especies para un 98.5% del total de especies muestreadas en las 161 subparcelas montadas, por su parte la Clase II agrupa tan solo 3 especies que representan el 1.5% restante. Esta condición evidencia es la riqueza de especies presentes en el sitio y su diversidad, por la alta heterogeneidad.

4.4.4 Distribución diamétrica

En el caso de la distribución diamétrica, lo que se presenta es una acumulación del 55% de los árboles en la clase diamétrica de los 10 a 20 cm, a la vez que algunas clases diamétricas mayores (100 y 130 cm de diámetro) no contienen individuos, esta situación al igual que otras que se han presentado producto de las intervenciones a las cuales se sometio el sitio. La distribución se presenta en la Figura 5.

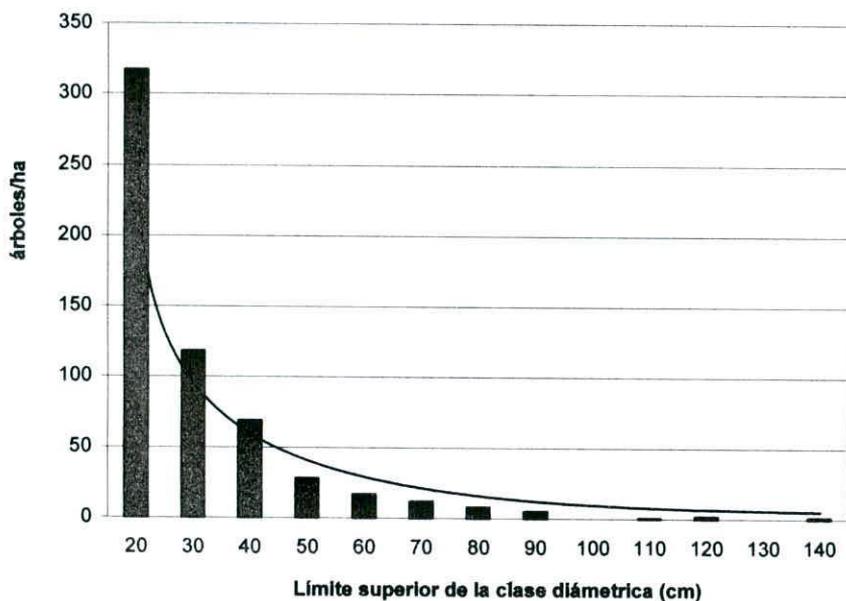


Figura 5. Distribución diámetro del número de individuos por hectárea, para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

Sin embargo el bosque presenta la distribución diamétrica típica para bosques tropicales, a la vez que se sitúa entre los valores extremos para bosques pantropicales dados por Dawkins (1958) y citado por Quesada (1997).

4.5 Estructura vertical

4.5.1 Posición y forma de copa.

Por lo general estos parámetros siguen la tendencia de una distribución normal, que es posible observar en la Figura 6, la cual se cumple para la forma de copa. Sin embargo esta situación no se cumple para la posición de copa, donde se observa que la clase V con un 25 % (145 árboles/ha) toma valores similares a los de las clases II y III 24 % y 31 % respectivamente (137 y 178 árboles/ha). Tal comportamiento es producto directo de las intervenciones dadas en el pasado, ya que por lo selectivo de las extracciones se dejaron especies esciófitas propias del piso inferior y piso medio como el caso de *Calatola costaricensis*, quien ocupa un 14 % de los individuos agrupados dentro de esta categoría. Así mismo hay un 8.5 % ocupado por *Vochysia megalophylla*, la cual es una especie heliófita, que se encuentra con frecuencia en lugares donde el dosel permite el paso de la luz, aunque también se encuentra en sitios bajo el dosel, lo que indica que esta especie a pesar de su carácter heliófita soporta periodos bajo la sombra, en espera de la apertura del dosel.



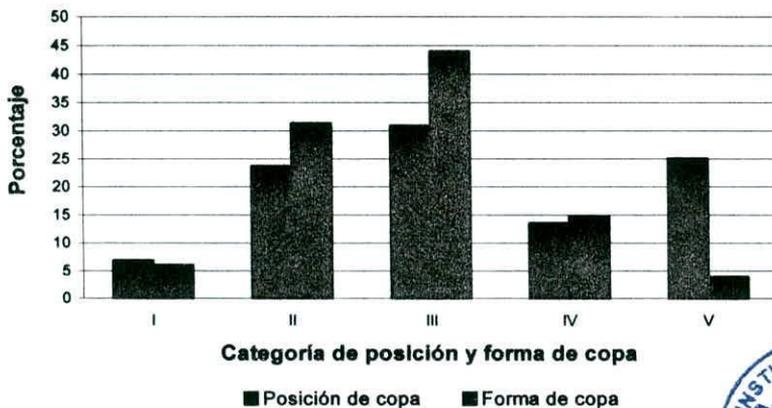


Figura 6. Distribución de los individuos según posición de copa (PC) y forma de copa (FC) por hectárea, para el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998



4.5.2 Distribución por altura total.

Para tal propósito se utilizó el sistema de clasificación propuesto por IUFRO, donde se establecen tres pisos altitudinales en función de la altura superior del vuelo. De este modo se tiene el piso superior (altura > 2/3 de la altura superior), piso medio (entre 1/3 y 2/3 de la altura superior) y piso inferior (altura < 1/3 de la altura superior).

La altura superior del dosel en promedio es de 43.6 m, de donde se derivan los siguientes valores para los tres estrados del bosque en la Zona Protectora La Cangreja:

- Piso superior: > a 29 m
- Piso medio: Entre 14.5 y 29 m
- Piso inferior: < a 14.5 m

Dentro del piso superior se encuentran 35 especies, las cuales agrupan 91 individuos para un 9.8% del total de árboles muestreados, el piso medio está conformado por 506 individuos, distribuidos en 144 especies y conforman 54.4% de los individuos; en el piso inferior de hayan 333 individuos distribuidos en 114 especies y conforman el 35.8% de los individuos muestrados restantes.

En el Cuadro 9 se presentan las especies más abundantes dentro de cada estrato, las cuales concuerdan con los valores de abundancias, frecuencia dominancia e IVI para el sitio.

Cuadro 9. Especies más abundantes por hectárea en los tres estratos del bosque en la Z. P. La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998

Especie	Abundancia por hectárea en cada piso		
	Superior	Medio	Inferior
<i>Brosimum utile</i>	5.6	18	12.4
<i>Calatola costaricensis</i>	--	18.6	26.7
<i>Carapa guianensis</i>	--	13	--
<i>Goethalsia meiantha</i>	--	9.3	--
<i>Lonchocarpus sp</i>	--	16.1	--
<i>Symphonia globulifera</i>	3.7	--	--
<i>Vochysia megalophylla</i>	9.9	25.5	19.3

Al igual que se habla de especies con distribución horizontal continua, también se habla de especies con distribución vertical continua. En este caso se refiere a aquellas especies que se hayan representadas en los tres pisos o estratos del bosque. Solo las especies *Brosimum utile* y *Vochysia megalophylla* presentan distribución vertical continua.

4.6 Perfiles idealizados

Los perfiles corresponden a dos transectos de 10 m x 60 m, tomados en dos de las parcelas permanentes establecidas (parcelas 3 y 5). Al seleccionarlos se trató que fueran lo más representativos posibles de la estructura original del bosque primario de la zona, aunque esta condición no fue posible obtenerla en un 100 %, ya que dentro de los perfiles se notan sectores donde el dosel no es homogéneo en su altura y composición. Esta situación es debido a las pendientes del lugar, a un denso sistema de drenajes, así como a las intervenciones a las cuales se sometió la zona; por lo que es difícil encontrar un transecto de 60 m donde el bosque no muestre algún tipo de alteración como respuesta a las actividades del hombre, o bien como parte de los procesos silvigénicos ya que en la actualidad, hay un número considerable de árboles de especies heliófitas que están muriendo y por ende creando claros de variados tamaños. La especie más común en esta condición es la *Vochysia megalophylla*. Figuras 7 y 8.

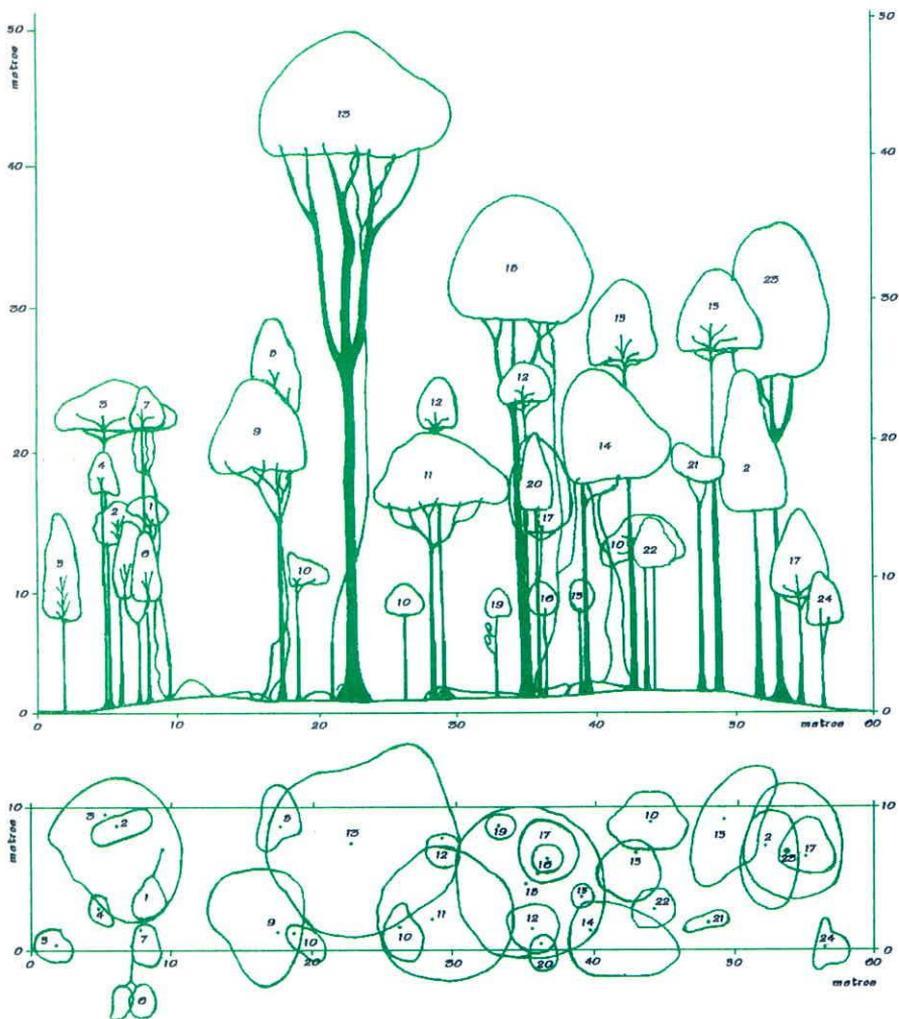


Figura 7. Perfil idealizado para el bosque de la Cangreja, Mastatal de Puriscal, 1998. (Parcela 3). 1.Ficus insipida; 2 Brosimum utile; 3 Virola sebifera; 4 Aspidosperma myristicifolium; 5 Calophyllum longifolium; 6 Turpinia occidentalis; 7 Sapium glandulosum; 8 Simarouba amara; 9 Platymiscium curuense, 10 Calatola costaricensis; 11 Hirtella triandra; 12 Symphonia globulifera; 13 Lecythis mesophylla; 14 Licaria triandra; 15 Vochysia megalophylla; 16 Miconia hondurensis; 17 Stephanopodium costaricense; 18 Willimodendrum glaucophyllum; 19 Unonopsis teobromifolia; 20 Tapirira myriantha; 21 Lacistema aggregatum; 22 Lunania mexicana; 23 Carapa guianensis; 24 Chomelia microloba. Bejucos Bahunia sp.



Figura 8. Perfil idealizado para el bosque de la Cangreja, Mastatal de Puriscal, 1998. (Parcela 5). 1 *Virola koschnyi*; 2 *Schizolobium parahyba*; 3 *Tapirira myriantha*; 4 *Stephanopodium costaricense*; 5 *Calatola costaricensis*; 6 *Rinorea* sp; 7 *Klarobelia stipitata*; 8 *Brosimum utile*; 9 *Alchornea costaricensis*; 10 *Vochysia megalophylla*; 11 *Symphonia globulifera*; 12 *Croton smithianus*; 13 *Toyena pittieri*; 14 *Calophyllum longifolium*; 15 *Aspidosperma myristicifolium*; 16 *Carapa guianensis*; 17 *Guarea pterorhachis*; 18 *Chione sylvicola*; 19 *Pouteria durlandii*; 20 *Ficus obtusifolia*; 21 *Garcinia madruno*; 22 *Protium ravenii*; 23 *Eschweilera pittieri*; 24 *Gustavia brachycarpa*; 25 *Capparis pittieri*; 26 *Mouriri cyphocarpa*.

4.6 Distribución diamétrica para las especies más abundantes.

Dentro de las especies evaluadas, se han seleccionado ocho de ellas las cuales presentan diferencias marcadas en las tendencias de las especies, acoplándose tales tendencias en buena medida a las propuestas por Rollet 1971 y 1980 (citado por Stutz, 1985 y Quesada, 1997), las cuales son:

1. Exponencial negativa muy a la derecha.
2. Exponencial negativa equilibrada en "T".
3. Exponencial negativa rebajada o aplastada.
4. En campana más o menos trunqueada a la izquierda.
5. Errática



Estas gráficas dan una primera impresión sobre los procesos dinámicos del bosque, así como la tolerancia y diámetros máximos que una especie determinada puede llegar a alcanzar. (Quesada, 1997).

Las especies seleccionadas se han agrupado de acuerdo con su valor comercial, siendo estas especies comerciales y no comerciales; esta agrupación se ha considerado debido a que las especies comerciales presentan mayor regularidad en su distribución y por ende tienden a ajustarse al modelo de la "J" invertida; sin embargo las especies *Vochysia megalophylla* y *Brosimum utile* tienen clases diamétricas que no mantienen una proporción constante entre ellas, y aumentan o disminuyen con respecto a la clase anterior o posterior. Las especies presentan comportamiento heliófito y con excepción de *Symphonia globulifera* se presenta una alta abundancia en la clase diamétrica 10 a 20 cm, en respuesta a un dosel abierto producto de intervenciones, así como por mortalidad natural de árboles del dosel. Figura 9.

En el caso de las especies no comerciales, se tienen tanto especies de comportamiento heliófito así como esciófito. Las especies *Calatola costaricensis* y *Alchornea costaricensis* presentan la distribución más regular, aunque su proporción decae a partir de la clase diamétrica de 20 a 30 cm, lo cual indica que dichas especies no alcanzan con frecuencia diámetros superiores a los 30 cm. El caso más particular lo presenta la especie *Stephanopodium costaricense*, ya que la clase 10 a 20 cm presenta un número menor de

árboles/ha que la clase siguiente, esto se puede deber en parte a que esta especie es apreciada por los vecinos para utilizarla como horcones en los corredores de las casas pues presenta un fuste acanalado muy vistoso. Figura 10.

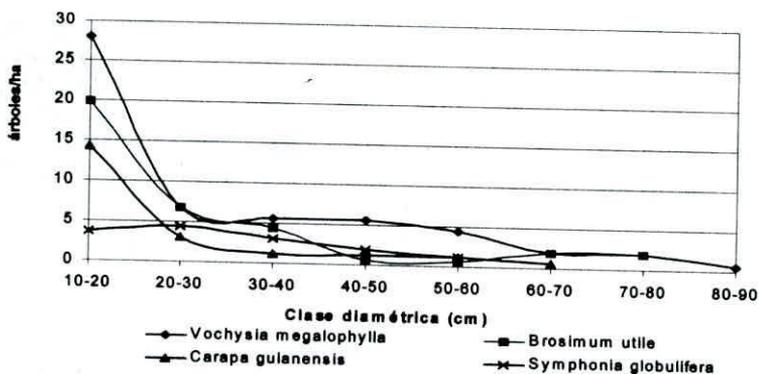


Figura 9. Distribución diamétrica para el número de árboles por hectárea para las especies comerciales con mayor abundancia dentro del bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

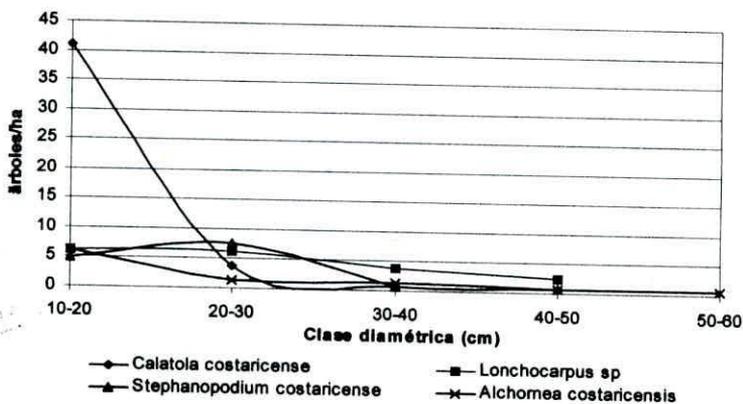


Figura 10. Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea para las especies no comerciales con mayor abundancia en el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La concentración del IVI en 10 especies heliófitas y esciófitas no comerciales, es consecuencia directa de las intervenciones del hombre en el pasado dentro del bosque y no como una estrategia de colonización de estas especies.
- Dentro del área estudio todos los bosques existentes son intervenidos y secundarios en varias fases de desarrollo.
- Los valores obtenidos de área basal, árboles por hectárea, distribución diamétrica y coeficiente de mezcla, se encuentran dentro del ámbito normal para bosques húmedos tropicales.
- En vista de la rica vegetación del lugar y el mosaico de etapas sucesionales, La Cangreja es un sitio idóneo para el fomento de estudios posteriores de dinámica de bosque.
- El sitio donde se realizó el estudio se cataloga como diverso.



5.2 Recomendaciones

- Aumentar el área de muestreo en la parte baja, desplazándose hacia el Río Negro, para lograr una mejor confección de las curvas de crecimiento de las especies de interés, así como para identificar nuevas especies.
- Dar continuidad y mantenimiento a la red de parcelas permanentes establecidas.
- En lo posible realizar el mismo tipo de estudio sobre la Fila Cangreja, ya que esta no ha sido estudiada con mayor grado de detalle.
- Utilizar las parcelas establecidas junto con la información recopilada para desarrollar otro tipo de estudios como lo pueden ser de crecimiento y regeneración.
- En la medida posible se debe de mejorar la red de senderos dentro del sitio, así como la construcción de nuevos tramos dentro de sitios representativos del bosque primario, para el turismo que gusta de contemplar los bosques.
- Proyectar La Zona Protectora La Cangreja, como un sitio de interés para realizar estudios en bosques y diversidad en general.
- Contribuir con la Fundación ECOTROPICA en la conservación de la Zona Protectora, no solo por su diversidad, sino también por el invaluable recurso hídrico que en el existe.
- Motivar al pueblo puriscaleño y en especial a los vecinos de la Zona Protectora para que colaboren en la protección del sitio.



VI LITERATURA CITADA

- BAVA, J. 1990. Análisis estructural con énfasis en la diversidad en dos sectores de bosque semideciduo del noreste argentino. Tesis de post grado. Universidad Georgia Augusta de Gottingen. Alemania.
- BOLAÑOS & WATSON. 1993. Mapa de Zonas de Vida, escala 1:200000. Centro Científico Tropical. Costa Rica
- CALVO, J. 1997. Notas para el curso de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de apoyo académico N° 25. Cartago, Costa Rica. pp 1-12
- CATILLO, M. 1996. Comportamiento del Bosque Natural después del aprovechamiento forestal en tres sitios de la Península de Osa. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 152 p.
- DELGADO, D; FINEGAN, B; ZAMORA, N & MEIR, P. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo al noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- EDICIONES MODERNAS DE COSTA RICA. 1995. Cantón de Puriscal.
- HUEVELDOP, J & L, ESPINOZA. 1983. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal. LIL. San José, Costa Rica. 126 p.
- HUTCHINSON, 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. Serie Técnico. Informe Técnico N° 7. 33 p.
- INBIO. 1998. Lista de plantas endémicas de Costa Rica. Mimeografiado. 4 p.
- JIMENEZ, Q. 1993. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. INCAFO. San José. 121 p.
- JIMENEZ, Q. 1994. Importancia biológica de la Zona Protectora La Cangreja. Mimeografiado. 6 p
- JIMENEZ, Q. & L.J. POVEDA. 1996. Lista actualizada de los árboles maderables de Costa Rica. INISEFOR/UNA. Costa Rica. 36 p.

- JIMENEZ, Q.; ESTRADA, A.; RODRIGUEZ, A. & ARROYO P. 1993. Manual dendrológico de Costa Rica. Taller de Publicaciones Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 165 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. Alemania. 335 p.
- LEIBUNDGUT. 1958. Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen. Proceeding of the 12th Congress IUFRO. Oxford.
- MAGINNIS, S; M, SANCHEZ. 1995. Guía técnica del inventario preliminar en los bloques pequeños de bosques tropicales húmedos. Proyecto del manejo integrado de bosque natural. ODA/COSEFORMA/PACTo/MINEREN/ITCR. 40 p.
- MORALES, F. 1993. Estudio preliminar de la flórmula de la Zona Protectora La Cangreja, Puriscal. Práctica de especialidad. ITCR. Cartago, Costa Rica. 58 p.
- MORALES, F. 1998. Lista preliminar de especies florísticas de la Zona Protectora La Cangreja. Mimeografiado. 32 p.
- OET. 1990. Historia Natural de Costa Rica. Editor D. Janzen. Edit. Universidad de Costa Rica. San Jose, Costa Rica.
- QUESADA, F.; JIMENEZ, Q.; ZAMORA, N.; AGUILAR, R. & GONZALEZ, J. 1997. Árboles de la Península de Osa. INBio. Heredia. 411 p.
- QUESADA, R. 1997. Determinación de índices de diversidad, homogeneidad, coeficiente de mezcla y riqueza en bosques húmedos tropicales. Material Mimeografiado. 8 p.
- QUESADA, R. 1997. Struktur und Dynamik eines Tropischen Feuchtwaldes nach Holznutzung in Costa Rica Diss. Fachbereich, Universität: Georg-August, Göttingen, Deutschland. 135 p.
- VALVERDE, O. 1997. Análisis de composición y estructura arbórea de dos bosques aledaños a la comunidad de Bribri, Talamanca. Práctica de especialidad. ITCR. Cartago, Costa Rica. 58 p.



ANEXOS

Anexo1. Valores absolutos y relativos de abundancia, frecuencia y dominancia para el cálculo del Índice de Valor de Importancia IVI de las especies en el bosque de La Cangreja. Mastatal de Puriscal, 1998.

ESPECIE	Abun	Frec	Dom	Abun/rel	Frec/rel	Dom/rel	IVI
<i>Vochysia megalophylla</i>	88	61	8.03	9.46	37.89	12.68	60.03
<i>Calatola costaricensis</i>	73	49	1.43	7.85	30.43	2.26	40.54
<i>Brosimum utile</i>	58	44	4.28	6.24	27.33	6.76	40.33
<i>Carapa guianensis</i>	36	27	2.08	3.87	16.77	3.29	23.93
<i>Lonchocarpus</i> sp	30	13	1.81	3.23	8.07	2.85	14.16
<i>Symphonia globulifera</i>	23	21	1.77	2.47	13.04	2.80	18.31
<i>Stephanopodium costaricense</i>	21	17	0.88	2.26	10.56	1.40	14.21
<i>Simarouba amara</i>	19	17	1.46	2.04	10.56	2.30	14.90
<i>Goethalsia melantha</i>	17	14	1.19	1.83	8.70	1.88	12.40
<i>Virola koschnyi</i>	16	16	1.09	1.72	9.94	1.72	13.37
<i>Alchornea costaricensis</i>	16	16	0.81	1.72	9.94	1.27	12.93
<i>Garcinia madruno</i>	14	13	0.311	1.505	8.075	0.492	10.07
<i>Guatteria chiriquiensis</i>	13	12	0.818	1.398	7.453	1.293	10.14
<i>Virola sebifera</i>	13	12	0.413	1.398	7.453	0.652	9.50
<i>Calophyllum longifolium</i>	12	12	1.38	1.29	7.45	2.18	10.92
<i>Ficus insipida</i>	12	11	6.47	1.29	6.83	10.22	18.34
<i>Gustavia brachycarpa</i>	11	10	0.418	1.183	6.211	0.661	8.05
<i>Tapirira myriantha</i>	10	10	0.404	1.075	6.211	0.638	7.92
<i>Tetragastris panamensis</i>	9	9	0.657	0.968	5.590	1.038	7.60
<i>Aspidosperma myrsiticifolium</i>	8	8	0.898	0.860	4.969	1.419	7.25
<i>Lecythis mesophylla</i>	7	7	2.053	0.753	4.348	3.243	8.34
<i>Dendropanax arboreus</i>	7	7	0.759	0.753	4.348	1.199	6.30
<i>Inga</i> sp	7	7	0.266	0.753	4.348	0.420	5.52
<i>Lacistema aggregatum</i>	7	7	0.165	0.753	4.348	0.261	5.36
<i>Protium ravenii</i>	7	7	0.100	0.753	4.348	0.158	5.26
<i>Compsoeura sprucei</i>	7	7	0.076	0.753	4.348	0.120	5.22
<i>Sorocea cofudontisii</i>	7	6	0.369	0.753	3.727	0.583	5.06
<i>Couratari guianensis</i>	6	6	1.229	0.645	3.727	1.941	6.31
<i>Turpinia occidentalis</i>	6	6	0.319	0.645	3.727	0.503	4.88
<i>Tocoyena pittieri</i>	6	6	0.307	0.645	3.727	0.485	4.86
<i>Dendropanax caucanus</i>	6	6	0.260	0.645	3.727	0.411	4.78
<i>Chimarrhis parviflora</i>	6	6	0.105	0.645	3.727	0.166	4.54
<i>Otoba novogranatensis</i>	6	4	0.334	0.645	2.484	0.528	3.66
<i>Brosimum alicastrum</i>	5	5	0.676	0.538	3.106	1.067	4.71
<i>Brosimum lactescens</i>	5	5	0.493	0.538	3.106	0.779	4.42
<i>Marila laxiflora</i>	5	5	0.260	0.538	3.106	0.411	4.05
<i>Inga densiflora</i>	5	5	0.185	0.538	3.106	0.292	3.94
<i>Mortonioidendron anisophyllum</i>	5	5	0.172	0.538	3.106	0.272	3.92
<i>Hirtella triandra</i>	5	5	0.131	0.538	3.106	0.206	3.85
<i>Tovomita longifolia</i>	5	5	0.111	0.538	3.106	0.176	3.82
<i>Pseudolmedia mollis</i>	5	5	0.110	0.538	3.106	0.174	3.82
<i>Protium schipii</i>	5	5	0.102	0.538	3.106	0.162	3.80
<i>Trichilia septentrionalis</i>	5	5	0.076	0.538	3.106	0.120	3.76
<i>Schizolobium parayba</i>	4	4	1.000	0.430	2.484	1.580	4.49
<i>Williamodendrum glaucophyllum</i>	4	4	0.902	0.430	2.484	1.424	4.34
<i>Inga umbellifera</i>	4	4	0.394	0.430	2.484	0.622	3.54
<i>Sapium glandulosum</i>	4	4	0.354	0.430	2.484	0.559	3.47



Anexo 1. Continuación..

ESPECIE	Abun	Frec	Dom	Abun/rel	Frec/rel	Dom/rel	
Platymiscium curuense	4	4	0.287	0.430	2.484	0.453	3.37
Croton smithianus	4	4	0.246	0.430	2.484	0.389	3.30
Spondias radlkolferi	4	4	0.227	0.430	2.484	0.358	3.27
Dialium guianense	4	4	0.198	0.430	2.484	0.312	3.23
Cordia megalantha	4	4	0.169	0.430	2.484	0.267	3.18
Inga jimenezii	4	4	0.125	0.430	2.484	0.198	3.11
Clarisia biflora	4	4	0.118	0.430	2.484	0.186	3.10
Pouteria reticulata	4	4	0.110	0.430	2.484	0.175	3.09
Casearia arguta	4	4	0.098	0.430	2.484	0.155	3.07
Casearia commersoniana	4	4	0.079	0.430	2.484	0.125	3.04
Capparis pittieri	4	4	0.067	0.430	2.484	0.106	3.02
Chione sylvicola	4	4	0.065	0.430	2.484	0.103	3.02
Lunania mexicana	4	4	0.055	0.430	2.484	0.087	3.00
Miconia hondurensis	4	4	0.041	0.430	2.484	0.065	2.98
Unonopsis teobromifolia	4	4	0.041	0.430	2.484	0.064	2.98
Lonchocarpus macrophyllus	4	3	0.475	0.430	1.863	0.750	3.04
Miconia trinervia	4	3	0.070	0.430	1.863	0.110	2.40
Oenocarpus mapora	4	1	0.045	0.430	0.621	0.071	1.12
Inga barbouri	3	3	0.306	0.323	1.863	0.483	2.67
Hyeronima alchorneoides	3	3	0.272	0.323	1.863	0.429	2.62
Hirtella sp	3	3	0.165	0.323	1.863	0.261	2.45
Grias cauliflora	3	3	0.107	0.323	1.863	0.170	2.36
Inga oerstediana	3	3	0.104	0.323	1.863	0.165	2.35
Cupania rufescens	3	3	0.095	0.323	1.863	0.150	2.34
Protium panamense	3	3	0.088	0.323	1.863	0.138	2.32
Croton schiedeanus	3	3	0.084	0.323	1.863	0.133	2.32
Trichilia tuberculata	3	3	0.082	0.323	1.863	0.129	2.31
Cassipourea eliptica	3	3	0.075	0.323	1.863	0.119	2.30
Brosimum guianense	3	3	0.072	0.323	1.863	0.114	2.30
Luehea seemannii	3	3	0.065	0.323	1.863	0.102	2.29
Rinorea sp	3	3	0.064	0.323	1.863	0.102	2.29
Botocarpus costaricensis	3	3	0.052	0.323	1.863	0.082	2.27
Quararibea asterolepis	3	3	0.049	0.323	1.863	0.077	2.26
Beismedia sp	3	3	0.043	0.323	1.863	0.067	2.25
Miconia multispicata	3	3	0.042	0.323	1.863	0.067	2.25
Quiina schippii	3	3	0.042	0.323	1.863	0.067	2.25
Ocotea leucoxydon	3	3	0.037	0.323	1.863	0.058	2.24
Abarema macradenia	3	3	0.034	0.323	1.863	0.053	2.24
Laetia procera	3	2	0.231	0.323	1.242	0.364	1.93
Inga venusta	3	2	0.065	0.323	1.242	0.103	1.67
Caryocar costaricense	2	2	1.120	0.215	1.242	1.769	3.23
Cedrela odorata	2	2	0.810	0.215	1.242	1.279	2.74
Brosimum costaricanum	2	2	0.598	0.215	1.242	0.945	2.40
Tachigali versicolor	2	2	0.450	0.215	1.242	0.711	2.17
Ilex skutchii	2	2	0.351	0.215	1.242	0.554	2.01
Lauraceae	2	2	0.298	0.215	1.242	0.470	1.93
Vochysia ferruginea	2	2	0.283	0.215	1.242	0.447	1.90
Aspidosperma rigidifolium	2	2	0.213	0.215	1.242	0.337	1.79
Persea americana	2	2	0.147	0.215	1.242	0.233	1.69
Bombacopsis sessilis	2	2	0.130	0.215	1.242	0.206	1.66

Anexo 1. Continuación...

ESPECIE	Abun	Frec	Dom	Abun/rel	Frec/rel	Dom/rel	IVI
Cecropia sp	2	2	0.118	0.215	1.242	0.187	1.64
Colubrina glandulosa	2	2	0.104	0.215	1.242	0.164	1.62
Abarema adenophora	2	2	0.088	0.215	1.242	0.138	1.60
Licania calunquie	2	2	0.067	0.215	1.242	0.105	1.56
Vitex cooperi	2	2	0.061	0.215	1.242	0.097	1.55
Maquira costaricana	2	2	0.057	0.215	1.242	0.091	1.55
Aspidosperma spruceanum	2	2	0.053	0.215	1.242	0.084	1.54
Erythrina gibbosa	2	2	0.053	0.215	1.242	0.083	1.54
Ficus brevibracteata	2	2	0.051	0.215	1.242	0.081	1.54
Meliosma alleni	2	2	0.051	0.215	1.242	0.080	1.54
Ocotea nicaraguensis	2	2	0.048	0.215	1.242	0.075	1.53
Cleidion castaneifolium	2	2	0.045	0.215	1.242	0.072	1.53
Maytenus guyanensis	2	2	0.044	0.215	1.242	0.070	1.53
Guarea sp1	2	2	0.044	0.215	1.242	0.069	1.53
Sloanea subesfaelocarpa	2	2	0.041	0.215	1.242	0.065	1.52
Termstroemia multiovulata	2	2	0.040	0.215	1.242	0.063	1.52
Licania costaricensis	2	2	0.038	0.215	1.242	0.060	1.52
Ficus pertusa	2	2	0.038	0.215	1.242	0.059	1.52
Cinometra retusa	2	2	0.036	0.215	1.242	0.056	1.51
Ocotea insularis	2	2	0.032	0.215	1.242	0.051	1.51
Guarea sp	2	2	0.029	0.215	1.242	0.047	1.50
Ficus costaricana	2	2	0.024	0.215	1.242	0.039	1.50
Trichospermum galeottii	2	1	0.176	0.215	0.621	0.279	1.11
Pterocarpus rohrii	2	1	0.117	0.215	0.621	0.185	1.02
Guarea pterorhachis	2	1	0.045	0.215	0.621	0.072	0.91
Ficus obtusifolia	1	1	1.021	0.108	0.621	1.612	2.34
Enterolobium cyclocarpum	1	1	0.508	0.108	0.621	0.802	1.53
Sloanea sulcata	1	1	0.369	0.108	0.621	0.582	1.31
Terminalia amazonia	1	1	0.228	0.108	0.621	0.360	1.09
Swartzia panamensis	1	1	0.208	0.108	0.621	0.329	1.06
Maclura tinctoria	1	1	0.189	0.108	0.621	0.298	1.03
Cupania sp2	1	1	0.154	0.108	0.621	0.243	0.97
Licania triandra	1	1	0.135	0.108	0.621	0.214	0.94
Caryodaphnopsis burgeri	1	1	0.128	0.108	0.621	0.202	0.93
Vourana anomala	1	1	0.118	0.108	0.621	0.187	0.92
Inga edulis	1	1	0.115	0.108	0.621	0.181	0.91
Anonna amazonica	1	1	0.095	0.108	0.621	0.149	0.88
Licania hypoleuca	1	1	0.091	0.108	0.621	0.143	0.87
Lonchocarpus pentaphyllus	1	1	0.088	0.108	0.621	0.139	0.87
Gloeospermum diversipetalum	1	1	0.083	0.108	0.621	0.132	0.86
Peltogyne purpurea	1	1	0.074	0.108	0.621	0.116	0.84
Drypetes brownei	1	1	0.072	0.108	0.621	0.113	0.84
Erythroxylum macrophyllum	1	1	0.063	0.108	0.621	0.099	0.83
Heisteria concinna	1	1	0.057	0.108	0.621	0.090	0.82
Sterculia recordiana	1	1	0.056	0.108	0.621	0.088	0.82
Byrsonima crispa	1	1	0.053	0.108	0.621	0.084	0.81
Ceiba pentandra	1	1	0.041	0.108	0.621	0.065	0.79
Eschweilera integrifolia	1	1	0.039	0.108	0.621	0.061	0.79
Ocotea laetevirens	1	1	0.037	0.108	0.621	0.059	0.79
Inga leiocalysiana	1	1	0.036	0.108	0.621	0.057	0.79

Anexo 1. Continuación...

ESPECIE	Abun	Frec	Dom	Abun/rel	Frec/rel	Dom/rel	IVI
Guarea kuntiana	1	1	0.034	0.108	0.621	0.054	0.78
Guarea bullata	1	1	0.032	0.108	0.621	0.051	0.78
Sloanea guianensis	1	1	0.028	0.108	0.621	0.044	0.77
Guettarda crispiflora	1	1	0.027	0.108	0.621	0.042	0.77
Duguetia confusa	1	1	0.026	0.108	0.621	0.041	0.77
Inga alba	1	1	0.025	0.108	0.621	0.040	0.77
Erblichia odorata	1	1	0.023	0.108	0.621	0.037	0.77
Spatodea campanulata	1	1	0.023	0.108	0.621	0.036	0.76
Cheiloclinium cognatum	1	1	0.021	0.108	0.621	0.034	0.76
Parathesis acostensis	1	1	0.020	0.108	0.621	0.032	0.76
Inga acrocephala	1	1	0.020	0.108	0.621	0.032	0.76
Inga curuscans	1	1	0.020	0.108	0.621	0.032	0.76
Klorobelia stipitata	1	1	0.020	0.108	0.621	0.032	0.76
Protium costaricense	1	1	0.020	0.108	0.621	0.032	0.76
Neea sp	1	1	0.020	0.108	0.621	0.031	0.76
Licaria misantlae	1	1	0.019	0.108	0.621	0.030	0.76
Ocotea cernua	1	1	0.017	0.108	0.621	0.027	0.76
Adelia triloba	1	1	0.017	0.108	0.621	0.027	0.76
Pleuranthodendron lindenii	1	1	0.017	0.108	0.621	0.027	0.76
Guarea guidonea	1	1	0.017	0.108	0.621	0.026	0.75
Inga sertulifera	1	1	0.016	0.108	0.621	0.026	0.75
Matisia tinamastensis	1	1	0.016	0.108	0.621	0.025	0.75
Roupala montana	1	1	0.016	0.108	0.621	0.025	0.75
Cupania sp1	1	1	0.015	0.108	0.621	0.024	0.75
Inga acuminata	1	1	0.014	0.108	0.621	0.022	0.75
Lacmellea panamensis	1	1	0.014	0.108	0.621	0.022	0.75
Protium glabrum	1	1	0.014	0.108	0.621	0.022	0.75
Guettarda macrosperma	1	1	0.013	0.108	0.621	0.020	0.75
Pouteria durlandii	1	1	0.013	0.108	0.621	0.020	0.75
Ocotea atirrensis	1	1	0.013	0.108	0.621	0.020	0.75
Terminalia oblonga	1	1	0.012	0.108	0.621	0.020	0.75
Chomelia microloba	1	1	0.012	0.108	0.621	0.019	0.75
Schefflera morototoni	1	1	0.012	0.108	0.621	0.019	0.75
Clethra mexicana	1	1	0.011	0.108	0.621	0.017	0.75
Guateria sp	1	1	0.011	0.108	0.621	0.017	0.75
Meliosma donnellsmithii	1	1	0.011	0.108	0.621	0.017	0.75
Pradosia atrovioleacea	1	1	0.011	0.108	0.621	0.017	0.75
Eschweilera pittieri	1	1	0.010	0.108	0.621	0.016	0.74
Guarea sp2	1	1	0.010	0.108	0.621	0.016	0.74
Mouriri cyphocarpa	1	1	0.010	0.108	0.621	0.016	0.74
Cordia cymosa	1	1	0.010	0.108	0.621	0.015	0.74
Eugenia leptoclada	1	1	0.010	0.108	0.621	0.015	0.74
Guatteria tonduzii	1	1	0.009	0.108	0.621	0.014	0.74
Tabebia rosea	1	1	0.009	0.108	0.621	0.014	0.74
Eugenia sp	1	1	0.008	0.108	0.621	0.013	0.74
Genipa americana	1	1	0.008	0.108	0.621	0.012	0.74
Total general	930	161	63.311	100	100	100	300.00