

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES  
SAN JUAN, PUERTO RICO**

**ANÁLISIS DE ESTRUCTURA FORESTAL EN BOSQUE HÚMEDO  
SECUNDARIO JOVEN EN EL CAÑÓN LAS BOCAS, BARRANQUITAS**

Requisito parcial para la obtención del  
Grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental  
en Conservación y Manejo de Recursos Naturales

Por  
Ariana Muñoz Rodríguez

10 de mayo de 2010

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi mamá, Carmen H. Rodríguez  
y a mi papá, Héctor A. Muñoz por el regalo hermoso de la vida.*

*Por cultivar en mí el amor a la naturaleza, a la Tierra.*

*A mis hermanas, amigas y amigos en quienes late la semilla del trabajo comunitario.*

*Por haber sembrado esa semilla en mí.*

*A los grupos y proyectos de gestión comunitaria que  
trabajan para un bien colectivo como un todo que somos y para el bien de todos.*

*A mis sobrinos, Yoosef Manuel, Adianet, Anaira y Héctor Fermín,  
que han sido y son parte de nuestros proyectos colectivos,*

*son nuestras semillas de hoy y cosecha del mañana.*

*A todos ustedes dedico este trabajo.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mis padres por el regalo preciado que es la vida. A mi familia, por todo el amor, el apoyo, la alegría y el ánimo de siempre pero especialmente en este proceso. Sin su motivación y palabras hubiese sido más largo este viaje. A mis hermanas por toda la asistencia: a Nana, por estar en todas las partes de este proyecto desde la motivación, redacción, discusión, bibliografía, lectura y revisión final de este documento, Gracias; a Leli, por la parte estadística y las gráficas; a Maggy, por las oraciones y las palabras y a mi hermano Andy, que aunque distante, también fue y es parte de este proyecto. A las Religiosas del Sagrado Corazón, por su acompañamiento en este proceso. Gracias por su espiritualidad. A Oneida Isabel, por coincidir conmigo en este espacio de vida, gracias por todas las horas. A Alicia Delmar, por ir de la mano conmigo en este proceso. Gracias por las palabras precisas en todos los momentos. De una manera muy especial, a la familia Marcano-Morales, por hacer de su hogar mi oasis entre el campo y la ciudad. Mamá Evelyn, mil gracias.

A mis compañeros de oficina Sheila Annette Ortiz y Juan Antonio Rodríguez, por todo el tiempo prestado, por las tablas, la flexibilidad, las palabras, el ánimo. Al profesor Alex J. Abril, la profesora y amiga Jenniffer M. Berríos y a Daniel Ignacio, por su disposición ante mis solicitudes de colaboración. A mi lector, el Agrónomo Oscar Muñiz, por motivarme con su proyecto, el cual use como base para este trabajo. Por el levantamiento de la parcela modificada Whittaker y el levantamiento de data de campo. A mi gran amigo, el Agrónomo Raúl Di Cristina, por acompañarme y compartir sus conocimientos en la identificación de especies y fotografía. Al Biólogo, Víctor Rodríguez, por ayudarme a culminar este proyecto en mi último viaje de campo. Por la realización de los transectos. Gracias por dar la milla extra y motivarme a dar la milla extra en esa caminata que jamás imaginé. Al personal del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IIDT) del Jardín Botánico de la UPR, Rio Piedras, W. Gould, Maya Quiñones Zavala y E. Helmer, por ayudarme con el análisis de fotos históricas del área y levantar un mapa de las edades de los bosques presentes en el Cañón Las Bocas. Al personal de la Biblioteca del Servicio Forestal Federal del IIDT, Carlos Domínguez,

Historiador Forestal y Giselle Reyes, Especialista en Información Técnica, por toda la literatura de temas forestales y artículos científicos compartidos.

Al Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas, Carlos Collazo, presidente y Nicolás Negrón, Biólogo y miembro del comité, por la información brindada y el acompañamiento en los viajes de campo, por coordinar el acceso al área de estudio y por la gran labor que están haciendo como grupo comunitario. A Fernando Silva, Especialista en Estudios Ambientales y Manejo de Áreas Protegidas, por ser parte de este equipo, gracias por sus lecturas, comentarios y recomendaciones. A la profesora, Bióloga, Marta Patricia Rincón, por la revisión y comentarios a mi presentación final de defensa. A Rosalía Pérez, por su buena energía. Al personal de la EAA, especialmente a la profesora María Calixta Ortiz, por creer en mí, por las palabras y el seguimiento. Al Sr. Alex Rodríguez, Coordinador Académico de la EAA por toda su labor y ser un excelente enlace entre la academia y el estudiantado. Al DRNA, por brindarme todos los mapas que se levantaron de estas áreas y por brindarnos fotos históricas de estos terrenos. Al Geólogo, Miguel Ángel Soto, por ayudarme con la información geológica y de suelos de las áreas que componen el Cañón Las Bocas. A la Ing. Maritza Vélez Rossner, por ser una de las primeras personas en motivarme a dar pasos a mis estudios graduados. Este es el producto de esos primeros pasos. Por último y no menos importante a mi mentor, el profesor Edgardo González, por su disposición y compartir sus conocimientos. Gracias por ayudarme a hacer de este trabajo un proyecto de apoyo para la designación de este recurso. A todos los que de alguna manera estuvieron conmigo en este proceso. Gracias por hacer de este proyecto un logro que servirá de base para colaborar con la designación de este recurso que encierra tanto valor ecológico.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE APENDICES.....	vi
LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
Trasfondo del problema .....	1
Problema del estudio .....	4
Justificación del estudio .....	6
Preguntas de investigación.....	8
Meta.....	8
Objetivos .....	9
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
Trasfondo histórico .....	10
Marco teórico .....	13
Reservas naturales.....	16
Estructura forestal .....	17
Bosques secundarios .....	18
Bosques secundarios en Puerto Rico.....	19
Estudios de casos.....	24
Marco legal.....	25
CAPITULO III: METODOLOGIA .....	33
Área de estudio.....	33
Método de parcelas modificadas Whittaker .....	35
Transectos.....	40
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	44
Sub parcelas A1 – A10 (2 metros x .5 metros) .....	47
Parcela modificada Whittaker .....	50
Sub parcelas B1 y B2 (2 metros x 5 metros).....	51
Sub parcela C (20 metros x 5 metros).....	51
Parcela D (20 metros x 50 metros).....	53
Transectos.....	59
Primer transecto de 50 metros.....	59
Segundo transecto de 50 metros.....	61
Análisis de resultados .....	64
PMW y Transectos.....	67
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
Limitaciones del estudio.....	83
BIBLIOGRAFÍA .....	85

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en Parcela Modificada Whittaker, sub parcelas 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas. ....	94
<b>Tabla 2.</b> Lista de Familias representadas en composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo, en sub parcelas 2 x .5 m Parcela Modificada Whittaker, en el CLB, Barranquitas, nombre científico, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.....	95
<b>Tabla 3.</b> Especies arbóreas $\geq 1$ cm y $< 5$ cm DAP en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela B1: 2 x 5 m, en bosque secundario joven húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	96
<b>Tabla 4.</b> Especies arbóreas $\geq 1$ cm y $< 5$ cm DAP en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela B2: 2 x 5 m, en bosque secundario joven húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	97
<b>Tabla 5.</b> Especies arbóreas $\geq 5$ y $< 10$ en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela C: 20 x5 m, en bosque secundario joven húmedo en el CLB, Barranquitas. ....	98
<b>Tabla 6.</b> Especies arbóreas $\geq 10$ DAP en Parcela Modificada Whittaker D: 20 x 50 m, en bosque secundario joven húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	100
<b>Tabla 7.</b> Especies arbóreas encontradas en primer Transecto de 50m, en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	105
<b>Tabla 8.</b> Especies arbóreas encontradas en segundo Transecto de 50 m en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	106
<b>Tabla 9.</b> Lista de especies encontrados en Parcela Modificada Whittaker 20m x 50m, en bosque secundario joven húmedo en el CLB, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.....	108
<b>Tabla 10.</b> Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies identificadas en Parcela Modificada Whittaker, de 20 m x 50 m, en bosque secundario joven húmedo en el CLB, Barranquitas .....	109
<b>Tabla 11.</b> Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies encontradas en primer Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas. ....	110
<b>Tabla 12.</b> Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies encontradas segundo Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas.....	111
<b>Tabla 13.</b> Lista de especies de árboles encontrados en el primer Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.....	112

**Tabla 14.** Lista de especies de árboles encontrados en el segundo Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el CLB, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas..... 113

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación general del Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).....	115
<b>Figura 2.</b> Foto aérea de terrenos que delimitan el Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).....	116
<b>Figura 3.</b> Puntos de Parcela Modificada Whittaker en Cañón Las Bocas, Barranquitas.....	117
<b>Figura 4.</b> Cañón Las Bocas, Barranquitas-Comerío, destacado dentro de los terrenos con prioridad de conservación en el Estudios del Carso (DRNA 2009). ....	118
<b>Figura 5.</b> Mapa de relación del CLB con áreas con prioridad de conservación de hábitat para la Paloma Sabanera (DRNA, 2008).....	118
<b>Figura 6.</b> Mapa de relación del CLB con programas de manejo de bosques privados y áreas naturales protegidas (DRNA, 2008). ....	120
<b>Figura 7.</b> Mapa de relación del CLB con áreas naturales cercanas (DRNA, 2008). ....	121
<b>Figura 8.</b> Mapa de cobertura vegetal de los terrenos del CLB (DRNA, 2008). ....	122
<b>Figura 9.</b> Mapa geológico de los terrenos del CLB (DRNA, 2008).....	123
<b>Figura 10.</b> Mapa de suelos de los terrenos del CLB (DRNA, 2008). ....	123
<b>Figura 11.</b> Establecimiento de Parcela Modificada Whittaker, 20m x 50m. ....	124
<b>Figura 12.</b> Parcela Modificada Whittaker con todas sus sub parcelas establecidas.....	125
<b>Figura 13.</b> Medición de diámetro a la altura del pecho (DAP).....	125
<b>Figura 14.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-1.....	126
<b>Figura 15.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-2.....	127
<b>Figura 16.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-3.....	128
<b>Figura 17.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-4.....	129
<b>Figura 18.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-5.....	130
<b>Figura 19.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-6.....	131



<b>Figura 20.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-7.....	132
<b>Figura 21.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-8.....	133
<b>Figura 22.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-9.....	134
<b>Figura 23.</b> Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el CLB, Barranquitas: Sub parcela A-10.....	135
<b>Figura 24.</b> Altura promedio (m) por especies en PMW, 20 x 50 m, en bosque joven secundario en el CLB, Barranquitas.....	136
<b>Figura 25.</b> DAP promedio (cm) por especies en PMW, 20 x 50m en bosque secundario joven, en el CLB, Barranquitas.....	137
<b>Figura 26.</b> Altura promedio (m) por especies en primer Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario, CLB, Barranquitas. ....	138
<b>Figura 27.</b> Distribución de árboles por clases diamétricas en PMW, 20 m x 50 m, CLB, Barranquitas. ....	139
<b>Figura 28.</b> Distribución de árboles por clases diamétricas en primer Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario en CLB, Barranquitas.....	140
<b>Figura 29.</b> Distribución de árboles por clases diamétricas en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario en CLB, Barranquitas.....	141
<b>Figura 30.</b> Distribución de árboles por clases de altura en primer transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario en CLB, Barranquitas. ....	142
<b>Figura 31.</b> Distribución de árboles por clases de altura en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario CLB, Barranquitas. ....	143
<b>Figura 32.</b> Distribución de árboles por clases de altura en PMW, 20 x 50 m, en CLB, Barranquitas. ....	144
<b>Figura 34.</b> DAP promedio (cm) por especies en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario, CLB, Barranquitas. ....	146
<b>Figura 35.</b> Altura promedio (m) por especies en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro secundario, CLB, Barranquitas. ....	147

## **LISTA DE APÉNDICES**

<b>APÉNDICE 1:</b> Fotos históricas de los terrenos de Barranquitas y Comerío.....	149
<b>APÉNDICE 2:</b> Descripción de suelos y geología de los terrenos que componen el CLB .....	153
<b>APÉNDICE 3:</b> Mapa de edades de los bosques que conforman en área del CLB .....	162

## LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

AAA	Autoridad de Acueducto y Alcantarillado
CESJ	Corredor Ecologico de San Juan
CLB	Cañón Las Bocas
CPRNCLB	Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
EAA	Escuela de Asuntos Ambientales
FIA	“Forest Inventory Analysis”
GPS	“Global Position System” (Sistema de Posicionamiento Global)
NSF	Negociado de Servicio Forestal
PMW	Parcela Modificada Whittaker
PVC	“Polivinil Cloride” (Cloruro de Polivinilo)
TSI	“Timer Stand Improvement” - Estrategia de mejoramiento en rodales forestales

## RESUMEN

Mediante la metodología de Parcela Modificada Whittaker (PMW) y el uso de Transectos, describimos y comparamos la composición y estructura forestal de dos áreas de bosque secundario en recuperación en los terrenos del Cañón Las Bocas en Barranquitas. El Cañón Las Bocas es un área compuesta de 1,205.68 cuerdas de terreno entre los municipios de Barranquitas y Comerío. Actualmente, estos terrenos están en procesos de evaluación con el fin de ser designados como reserva natural para proteger su valor ecológico. En nuestro estudio identificamos las especies arbóreas de mayor importancia para la restauración y diversidad del área. Encontramos que en el sotobosque no había presencia de especies exóticas en abundancia; por el contrario identificamos un dominio de especies nativas. Dentro de éstas habían especies pertenecientes a la familia de las Myrtaceas, consideradas de importancia como alimento para la vida silvestre. En cuanto al dosel observamos que está dominado por una especie exótica, *Spathodea campanulata*, sin embargo, esta especie está siendo desplazada por especies nativas de esta zona como *Guarea guidonea*, *Zanthoxylum martinicense* y *Andira inermis*. El análisis de datos de nuestros resultados reflejó la típica J invertida que describe los bosques secundarios de Puerto Rico; mayor número de especies concentradas en las clases diamétricas menores. Esto nos permitió estudiar la composición de especies y recomendar estrategias de manejo para que el bosque pueda recuperar su estructura y composición natural. Dentro de las recomendaciones sugerimos la liberación de árboles mediante la técnica del D + d, donde se eliminan los árboles competidores de los árboles selectos, y la técnica de dosel protector donde se seleccionan los árboles de mayor altura y DAP como sombra para las especies de interés. Estas estrategias y prácticas de manejo están enfocadas en aumentar y promover el valor ecológico del área del Cañón Las Bocas con el fin de sustentar su designación y fortalecer estrategias de conservación.

## ABSTRACT

Using Modified Whittaker Plot (PMW) methodology and the use of transects, we describe and compare the structure and composition of two areas of secondary forest recovery in Cañón Las Bocas in Barranquitas. The Cañón Las Bocas is a composite area of 1205.68 acres of land between Barranquitas and Comerío municipalities. Currently, these lands are in the process of assessment to be designated as a nature reserve to protect its ecological value. In our study we identified the most important tree species for restoration and diversity of the area. We found that in the understory were not present in abundance of exotic species; however we identified a domain of native species. Among these were species belonging to the family of Myrtaceas, considered important as food for wildlife. As we observed that the canopy is dominated by an alien species, *Spathodea campanulata*, however, this species is being displaced by native species from this area as *Guarea guidonea*, *Zanthoxylum martinicensis* and *Andira inermis*. Data analysis of our results reflected the typical inverted J that describes the secondary forests of Puerto Rico, greater number of species concentrated in the smaller diameter classes. This allowed us to study the composition of species and to recommend management strategies for the forest to recover its natural structure and composition. Among the recommendations suggest the release of trees using the D + d silvicultural technique, where competing trees are removed from the selected trees, and protective canopy technique where you select the tallest trees with the superior DAP for shade for the species of interest. These strategies and management practices are aimed at increasing and promoting the ecological value of the area Cañón Las Bocas to support his nomination and strengthen conservation strategies.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **Trasfondo del problema**

Durante los últimos 100 años Puerto Rico ha atravesado un ciclo constante de degradación masiva de sus ecosistemas naturales (Ewel & Whitmore, 1973) y un cambio intensivo en el uso de sus suelos (Martnuzzi et al., 2007). La mayor consecuencia de una conversión de un ecosistema natural a tierras para uso agrícola es la pérdida de la biodiversidad y otros servicios del ecosistema (Grau & Aide, 2008). Nuestra isla enfrentó y aún enfrenta este tipo de conversión y el proceso ha estado y está directamente relacionado al desarrollo socio económico de nuestro archipiélago. A principios del siglo XX la economía de Puerto Rico estuvo basada en la producción y exportación de frutos como caña de azúcar, café, tabaco, entre otros frutos menores; lo que implicó que la mayor parte de los terrenos de nuestra isla fueran desprovistos de su vegetación natural para poder ser cultivados. Aún cuando Abelleira & Lugo (2008) resaltan que la mayoría de estos cultivos, sobre todo los de caña de azúcar, fueron plantados en suelos aluviales en las costas, fue, y es, evidente que el área montañosa también se vio seriamente impactada por estas actividades agrícolas. Este impacto no sólo fue producto de estas prácticas, sino que ante el estilo de vida de esta zona de la isla, la población utilizaba estos recursos para leña y generación de carbón. Estos factores en conjunto alteraron la composición de especies (Helmer et al., 2008) de muchos de nuestros paisajes.

Considerando que el área montañosa de Puerto Rico está ubicada en las zonas de mayor precipitación, los posibles efectos por deforestación y uso agrícola pueden causar mayor impacto, lo que hace la conversión de un ecosistema natural en esta zona uno de mayor injerencia para el manejo de los recursos naturales.

Como consecuencia de estos factores históricos y socioeconómicos, nuestros recursos naturales, específicamente los bosques, comenzaron a mermar. Para finales del 1940 la cubierta forestal de Puerto Rico disminuyó hasta alcanzar aproximadamente un 6% (Franco et al., 1999; Helmer, 2004; Aukema et al., 2007; Kennaway & Helmer, 2007).

Entre las décadas de 1940 y 1970 nuestra isla atravesó una marcada transformación económica, de base agrícola a una industrial. Estos procesos de transición provocaron grandes cambios en la dinámica del uso de los suelos. La mayoría de los terrenos utilizados con fines agrícolas, una vez abandonados, fueron transformados a pastizales, lo que permitió el crecimiento de pastos de altas elevaciones que pasaron a ser bosques (Thomlinson et al., 1996). Entre los años 1937 y 1995 la cobertura forestal de Puerto Rico había aumentado en aproximadamente un 62% (Pascarella et al., 2000). Esto a causa de la migración de la población, de áreas rurales a áreas urbanas, en busca de empleos (Rivera & Aide, 1998, Grau et al., 2003, citado en Parés-Ramos et al., 2008) e inmigración al continente de los Estados Unidos (Kennaway & Helmer, 2007). Por otro lado, López-Marrero et al. (2001) resaltan que esta transición de agricultura-manufactura-industria, también trajo consigo una aceleración en los procesos de urbanización y el

desarrollo de las grandes ciudades, usualmente caracterizado por un crecimiento urbano centrado.

Aún con el panorama anteriormente descrito, actualmente, basado en el Inventario Forestal 2003, Brandeis et al. (2007), la porción de cobertura forestal de Puerto Rico está en, aproximadamente, un 57% en la Isla Grande, 85% en Vieques y 88% en Culebra. Estos datos consideran como bosque un predio de ocupación de 10% de una cuerda de terreno, aún cuando la ocupación sea de plántulas o árboles pequeños. Los datos del Inventario Forestal documentan que si consideramos árboles de más de 5 pulgadas de diámetro a la altura del pecho (DAP), entonces la cobertura actual pasa a ser aproximadamente un 37%.

Es aquí donde, actualmente, debería estar nuestro foco de atención y de posibilidades de manejo respecto a la conservación de nuestros bosques. Si hubo una sucesión de agricultura a bosque fue porque existían las condiciones para que ocurriera la sucesión. Sin embargo, estas condiciones varían por lo que se desarrolla un tipo de bosque que llamamos secundario. Hoy día el cambio en uso de suelos no es hacia usos agrícolas. Los suelos están siendo ocupados por grandes extensiones de concreto lo que imposibilita una nueva sucesión. Kennaway & Helmer (2007) lo describen de la siguiente manera: la preocupación actual de Puerto Rico y otras islas del Caribe se basa en la eliminación de bosques para el desarrollo de esas tierras refiriéndose a cambios de cobertura de suelos a urbanizaciones, edificios y pavimentación.

Por estas razones, los bosques que existen o se han recuperado necesitan ser mejorados, manejados y estudiados para que alcancen sus condiciones naturales óptimas.



## **Problema del estudio**

Nuestra área de estudio ubica dentro de los terrenos que forman e integran al Cañón Las Bocas. El Cañón comprende un área total de 1,205.68 cuerdas (1170.71528 acres), de las cuales 760.79 (738.72709 acres) ubican en el municipio de Comerío y 444.89 (431.98819 acres) en el de Barranquitas (Figura 1). Actualmente, el Cañón Las Bocas abarca unas 18 fincas, propuestas para ser designadas como reserva natural. Muchas de estas áreas que componen el Cañón Las Bocas en Barranquitas, fueron utilizadas con fines agrícolas desde el inicio del desarrollo económico en Puerto Rico, por lo que fueron desprovistas de su cubierta forestal. A medida que la economía fue evolucionando de una base agrícola a una industrial, se abandonó esta primera práctica junto con los terrenos, de forma que la vegetación comenzó a suceder naturalmente tratando de resurgir a lo que fue en un inicio, área de Bosque (Helmer, 2004).

En el libro *El Estado de los Bosques de Puerto Rico 2003*, Brandeis et al. (2007), señalan que la riqueza de especies de árboles en Puerto Rico se destaca aún cuando se considera que los inventarios forestales anteriores encontraron sólo una parte del total de especies de árboles nativos o introducidos en la isla. A la luz de este argumento, cabe mencionar que, actualmente, los terrenos del Cañón Las Bocas en Barranquitas, están cubiertos a nivel forestal casi en su totalidad (Figura 2). Sin embargo, no hay estudios científicos que evidencien la composición forestal actual del área ni que identifiquen claramente las especies arbóreas de importancia que pueden ser manejadas para la rehabilitación y diversidad del ecosistema.

Los terrenos bajo estudio muestran un ecosistema que provee hábitat para un gran número de plantas y animales de distintas familias, géneros y especies (Martin et al., 2006). Esta área también se destaca por su valor escénico, su cadena de montañas y sus vistas panorámicas. A través de estos terrenos transcurren dos de los principales afluentes del Río Hondo: Río Frío y Río Caliente. Nuestra parcela ubica en los terrenos pertenecientes al municipio de Barranquitas y queda ubicada a la derecha del Río Frío, a una distancia aproximada de 50m (Figura 3). Por un lado, la relación de estos terrenos con el recurso hidrológico es notable pues aquí ubica la Planta de Filtración Las Bocas, de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado (AAA) de Barranquitas. Brandeis et al. (2007), reseñan que una cuenca hidrográfica bien forestada retiene más agua, acelerando la recarga de los acuíferos, lo que es un asunto crucial para todo el Caribe. Esta planta de filtración sirve directamente a 6,464 habitantes del municipio de Barranquitas, específicamente de los sectores de Quebradillas, Tres Caminos, Quebrada Grande 1, Las Villas, La Vega, El Collao, Torrecillas y Nuevo Barranquitas (Ing. José Colón, AAA, comunicación personal). Por otro lado, esta relación con el recurso hidrológico es relevante pues Smith & Wachob (2006), documentan en su trabajo, asociado a desarrollos en zonas cercanas a las riberas, que estas áreas, además de ser esenciales para el proceso de apareamiento de aves, son las que están particularmente vulnerables a presiones de desarrollos. Lloyd et al. (2006), comentan que estas zonas usualmente son reportadas por contener un alto nivel de actividad de murciélagos en sus alrededores. En el Cañón Las Bocas hay un sistema de cuevas que ha comenzado a ser estudiado en conjunto a la población de murciélagos que se ha visto en la zona.

No obstante, el área carece de una designación que proteja su valor ecológico, por lo que se encuentra ante la amenaza de ser desarrollado con otros fines no sustentables que ponen en riesgo su integridad como recurso y la biodiversidad que lo caracteriza. Recomendaciones de manejo del sistema forestal que prevalece actualmente, pueden ayudar a los grupos que están efectuando una campaña, a lograr alguna designación de protección para estos terrenos.

### **Justificación del estudio**

La falta de información en la red global de conservación de terrenos (reservas), usualmente predomina en áreas montañosas e insulares tropicales, donde el endemismo de especies es alto (Rodríguez et al., 2004; Helmer et al., 2008). Esto no se aparta de la realidad sobre los terrenos que componen el Cañón Las Bocas en Barranquitas, pues resulta muy difícil encontrar en la literatura, común o científica, información relacionada a estos terrenos. Esto se debe a que, como mencionara Abelleira & Lugo (2008), en la mayoría de los casos en Puerto Rico, la tala de bosques, que fueron desarrollados con fines agrícolas, se llevó a cabo sin antes brindar la oportunidad de recolectar información de la composición de especies y estructura de la vegetación que predominaba en estas áreas.

En los terrenos que conforman el Cañón Las Bocas, actualmente se observan especies arbóreas típicas de un bosque secundario remanente, posiblemente porque las áreas menos accesibles mantuvieron alguna cubierta forestal, mientras otras fueron impactadas en su totalidad. Se observan también algunas especies nativas como:

*Tabebuia heterophylla*, *Inga laurina*, *Clusia rosea*, *Ardisia obovata*, entre otras (DRNA, 2008).

Gould et al. (2006) ha señalado que entender la composición florística de las comunidades maduras del bosque es importante para la conservación de la biodiversidad, así como para los planes de manejo de estas tierras, pues éstos sirven como reservas para especies y proporcionan funciones importantes del ecosistema. Una evaluación preliminar de los recursos forestales en estos terrenos, por parte del Negociado de Servicio Forestal (NSF), en enero de 2008, menciona que debido al tipo de topografía, las pendientes presentan una inclinación de sobre 50% por lo que se deben llevar a cabo prácticas de manejo forestal. Esto ayudaría, no sólo en la protección de la cuenca hidrográfica, sino que fomentaría la protección en la calidad de los suelos, ayudaría a mejorar la calidad del agua, fomentaría el hábitat para la vida silvestre, entre otros valores. Estos beneficios ayudarían a que el área sea reconocida como Reserva Natural o con alguna otra designación de conservación. Se menciona también en este reporte, la importancia de estos terrenos para la conservación de la vida silvestre ya que la propiedad presenta varios tipos de hábitat los cuales albergan los recursos ecológicos para varias especies de fauna nativa.

Por otro lado, López-Marrero et al. (2001) determinaron que en Puerto Rico el 42% de las nuevas áreas urbanas desarrolladas entre el 1977 y el 1994 se desarrollaron a costa de las tierras de uso agrícola. Sobre este mismo enfoque, Páres-Ramos et al. (2008) documentan que actualmente, en el caso de Puerto Rico, científicos predicen que la

tendencia que se observa de la expansión urbana y el desarrollo de grandes ciudades, se llevará a cabo a costa del uso de terrenos donde ubican los bosques secundarios.

La necesidad de expandir la red de reservas en áreas tropicales, sobre todo en las islas, es particularmente urgente (Helmer et al., 2008). En otras palabras, un análisis de la estructura forestal actual, que evidencie las especies que componen los terrenos del Cañón Las Bocas en Barranquitas, facilitaría el proceso para proponer estrategias de manejo que garanticen la protección del recurso.

Finalmente, este recurso, además de todo lo mencionado anteriormente, ubica dentro de la cuenca hidrográfica del Río La Plata, uno de los embalses que provee agua a miles de personas en el área metropolitana de Puerto Rico. Según Helmer et al. (2008), los terrenos protegidos que usualmente ubican en las zonas altas, resultan vitales para asegurar los recursos hidrológicos de una zona.

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Cuál es la composición de especies exóticas y nativas en las áreas seleccionadas de los terrenos que componen el Cañón Las Bocas en Barranquitas?
2. ¿Cuál es la diversidad y estructura en el dosel forestal de las áreas de estudio?
3. ¿Cuáles podrían ser algunas de las recomendaciones que se pueden ofrecer para el manejo del bosque húmedo secundario joven del Cañón Las Bocas en Barranquitas, basándonos en el análisis de su estructura forestal?

### **Meta**

Evaluar la estructura forestal del bosque húmedo secundario joven del Cañón Las Bocas, para recomendar estrategias de restauración y manejo, enfocadas en restablecer

áreas desprovistas de vegetación y promover la sucesión para el desarrollo de especies endémicas y nativas de valor como hábitat para la biodiversidad.

### **Objetivos**

- Describir, comparar y analizar la composición y estructura forestal de dos áreas de bosques secundarios en recuperación del Cañón Las Bocas en Barranquitas.
- Identificar las especies arbóreas de importancia para la restauración y diversidad en las áreas estudiadas.
- Recomendar estrategias y prácticas de manejo para aumentar, enriquecer y promover la sucesión de composición de especies y el valor ecológico del área para sustentar su designación.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **Trasfondo histórico**

Durante el siglo XIX la problemática forestal en Puerto Rico adquirió un lugar de vital importancia en la historia del país (Domínguez-Cristóbal, 1989d). El vertiginoso aumento poblacional, la necesidad de tierras, las prácticas agrícolas, la lejanía de la metrópolis, los constantes disturbios políticos y la escasez de personal y presupuesto con fines forestales, contribuyeron a la dramática reducción de los bosques (Domínguez-Cristóbal, 1989d). Iniciada la tala o quema de árboles, con el fin de efectuar el desmonte, la riqueza forestal de las zonas se comenzó a reducir dramáticamente (Domínguez-Cristóbal, 1989d). Los bosques fueron destruyéndose poco a poco, obedeciendo, en primera instancia, a la necesidad de tierras con fines agrícolas y al uso de maderas como combustibles (Domínguez-Cristóbal, 1989c).

La agricultura fue la base económica principal. Alrededor de toda la isla, incluyendo zonas montañosas, cada familia manejaba grandes extensiones de tierra para sembrar, consumir, vender y/o intercambiar los productos de cosecha. Entre estas siembras se destacaron grandes cosechas de café, tabaco, maíz, caña de azúcar, arroz, hortalizas, árboles madereros, entre otros. En esta área se destacaron, sobre todo, las siembras de café al sol y bajo sombra. Por lo que, la mayoría de las especies encontradas en los análisis de bosques actuales están relacionadas a este tipo de siembra.

Por otro lado, el bosque también suplía los materiales para la confección de varios artefactos y para la construcción de instrumentos musicales como maracas, güiros, tambores, cuatros, entre otros (Domínguez-Cristóbal, 1989a). Uno de los usos más intensos, junto a las prácticas de agricultura, fue como proveedor de materia prima como combustible. La mayoría de las casas para esa época, sobre todo en la zona montañosa, contaban con ranchos con fogones para cocinar sus alimentos. Cada familia utilizaba una gran cantidad de madera procedente de los bosques para poder abastecerse de leña y/o poder generar carbón. Estos productos podían ser para su uso directamente o para ser vendidos y generar alguna fuente de ingreso. Esta dinámica se llevaba a cabo de forma intensa, sobre todo en épocas de lluvia, cuando había que almacenar para toda la temporada.

Sumado a todo lo antes mencionado, la ganadería fue otro de los factores que contribuyó al desmonte y a la dramática reducción de bosques (Grau & Aide, 2008) ya que se utilizaron grandes predios de terreno para el ganado. En muchas de las áreas de la montaña se observan zonas que fueron designadas a esta práctica. En éstas aún podemos encontrar los cepos o ranchos que se utilizaron para manejar el ganado. Todavía se percibe el impacto de suelos que produjo y produce esta actividad en muchas de estas áreas abandonadas. Ante esta perspectiva, los bosques jugaron un papel primordial en las distintas necesidades sociales, y por consiguiente, se convirtieron en suplidores de alimentos y materiales, entre otras cosas, para la subsistencia (Domínguez-Cristóbal, 1989a).



Eventualmente, como producto del cambio de esa base económica agrícola a la industrial, la población rural, originalmente distribuida por toda la isla y asociada con estas prácticas de agricultura, abandonaron sus tierras y migraron hacia las costas (Martnuzzi et al., 2007; Wright & Samaniego, 2008). Este proceso resultó, según Martnuzzi et al. (2007), en tres tendencias marcadas: a) descenso de tierras agrícolas, b) aumento de cobertura de bosques en tierras abandonadas y c) rápida expansión de áreas urbanas. Los nuevos bosques que surgieron resultaron entonces de tierras agrícolas abandonadas o con menos impacto, plantaciones de café bajo sombra y suelos cubiertos de pastos. Este patrón histórico produce el paisaje fragmentado que caracteriza nuestros bosques e implica unas limitaciones en los sistemas forestales. Martnuzzi también resalta que en Puerto Rico éste es especialmente el caso de tierras de altas elevaciones. Barranquitas se ve reflejado en este panorama ya que ubica en el centro de la isla, a una altura aproximada entre 800 – 1,300 pies a nivel del mar.

Para el 1991, la cobertura forestal de la isla había aumentado a un 42% aproximadamente, de un 6% en el 1942 (Helmer et al., 2002; Grau et al., 2003; Aukema et al., 2007). Entre el 1977 y el 1992, la cobertura forestal aumentó en un 20% ó en aproximadamente 60 ha: de 306, 000 a 366, 000 (Martnuzzi et al., 2007). El mayor cambio ocurrió en zonas montañosas, sobre todo en pendientes suaves (19,000 ha) y en pendientes suaves moderadas cerca de 17,000 ha. (Martnuzzi et al., 2007). Estos datos se sustentan cuando Helmer et al. (2002) documentan que en el 1992 aproximadamente 364,000 ha fueron cubiertas por algún tipo de bosque.

Según Lugo (2005) y Gould et al. (2006), actualmente la composición de la vegetación en nuestra isla es controlada por cuatro factores dominantes: clima, sustrato, topografía y disturbio humano y natural. Basado en ello, el paisaje que resulta es un mosaico de: (1) los bosques primarios que no han experimentado la tala de árboles; (2) bosques secundarios maduros; (3) bosques de baja densidad secundarios jóvenes; (4) agricultura, prados y pastos y (5) áreas desarrolladas y bosques urbanos (Gould et al., 2006).

### **Marco teórico**

En Lindenmayer (2006) encontramos que La Comisión de Bosques y Desarrollo Sustentable 1999 (en inglés, World Commission on Forest and Sustainable Development), plantea que los bosques sostienen alrededor del 65% de las especies terrestres del mundo y tienen la mayor diversidad de especies de muchos grupos taxonómicos incluyendo aves, invertebrados, y microbios. Por otro lado, los bosques tropicales retienen casi la mitad del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se almacena en la atmósfera (Muller-Landau et al., 2006). Conservar la biodiversidad de estos bosques es, por lo tanto, una tarea crítica y se ha convertido en un componente clave de muchos acuerdos nacionales e internacionales en cuanto al manejo forestal se refiere (Lindenmayer, 2006). Muchos de los programas que trabajan con la biodiversidad de bosques se han enfocado en la creación de áreas protegidas. Algunos ejemplos de estos programas en Puerto Rico son: el Fideicomiso de Conservación, el Negociado de Servicio Forestal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Sierra Club, Casa Pueblo, entre otros.

Barnett & Stohlgren (2003) documentan que manejar tierras bajo programas exitosos de convenios resulta en un manejo efectivo de paisajes y en entender los procesos que los ponen en riesgo. Uno de las limitaciones a las que se enfrentan estos paisajes, en términos de manejo y recuperación, y en nuestro caso los terrenos del Cañón Las Bocas, es la fragmentación. Un paisaje o ecosistema fragmentado ha sufrido impacto y posiblemente hasta pérdida del hábitat natural, lo que disminuye las poblaciones de flora y fauna, aumentando el riesgo de extinción local de las especies típicas de plantas y animales de este bosque. Estas situaciones ocurren ya que los paisajes fragmentados son expuestos a una disminución de humedad y a los efectos de borde (más luz, viento y temperatura). Heartsill-Scalley & Aide (2003) detallan que la fragmentación también altera las condiciones bióticas y abióticas de las áreas ribereñas, interrumpe los movimientos o desplazamientos de organismos y afecta los procesos y estructura de las corrientes. Los efectos negativos de la fragmentación se presentan espacialmente a diferentes escalas y principalmente son una alteración del microclima dentro y fuera del remanente de bosque y el aislamiento de cada fragmento de los otros parchos remanentes (Saunders et al., 1991). En nuestro caso, por ser Barranquitas un área montañosa que ubica a una altura aproximada entre 800 – 1,300 pies a nivel del mar, tenemos que considerar este aspecto, ya que el Cañón Las Bocas presenta áreas donde la combinación de pendientes y lluvia pueden haber alterado las condiciones del suelo. La pérdida de suelo por erosión y las funciones de estas áreas en término de las aguas, ríos y quebradas que fluyen por ellas, como Río Frío, Río Caliente, Río Hondo y Quebrada Grande, hacen

de este trabajo uno de importancia para ofrecer estrategias de manejo que ayuden a la recuperación del paisaje fragmentado, producto de los usos históricos de estas áreas.

En Puerto Rico se han identificado 93 áreas con prioridad de conservación; algunas de las cuales pueden incluir, parcial o totalmente, áreas naturales ya protegidas (bosques estatales, reservas naturales, refugios de vida silvestre estatales y federales, reservas marinas y hábitat crítico), áreas centrales para las aves acuáticas y áreas críticas para la vida silvestre (DRNA, 2009). Aquellas áreas con prioridad de conservación que están, total o parcialmente, comprendidas dentro del área delimitada por el Estudio del Carso son: Bahía Ballena, Guánica

Bajura, Isabela-Aguadilla; Bosque de San Patricio, San Juan; Cañón Las Bocas, Barranquitas-Comerío; Caliza Los Peñones, Lajas- San Germán-Cabo Rojo; Carso Arrozal-Biáfara, Arecibo; Carso del Noroeste, Aguadilla-Moca-Isabela, entre otras (DRNA, 2009) (Figura 4).

Los terrenos que componen el Cañón Las Bocas ubican cercanos a áreas designadas como hábitat crítico de la Paloma Sabanera (DRNA, 2008) (Figura 5) y de otros terrenos privados con estrategias de conservación, como bosques auxiliares en los programas del DRNA (Figura 6). A través del Negociado de Servicio Forestal (NSF), el DRNA designa, con el consentimiento voluntario del titular, terrenos privados bajo el Programa de Bosque Auxiliares, como estrategia para la conservación de terrenos forestados en manos privadas (DRNA, 2009). Para mostrar la efectividad de estos programas a los dueños actuales de dichos terrenos, se pueden tomar como ejemplo las fincas aledañas que ya pertenecen a algún convenio, que tienen algún tipo de designación

o que tienen algún tipo de relación con sus terrenos. Ejemplo: El Cañón de San Cristóbal, Río La Plata, Refugio de Pesca y Vida Silvestre en el Lago La Plata, Bosque Auxiliares adyacentes en Comerío y en Barranquitas e incluir las zonas reconocidas por el DRNA, entre otros (Figura 7).

### **Reservas naturales**

Las reservas naturales son partes esenciales en la credibilidad de estrategias para conservar la biodiversidad de los bosques. Esta área del Cañón Las Bocas, que actualmente abarca unas 18 fincas, en su mayoría privadas, otras bajo uso del gobierno, están propuestas para ser designadas como reserva natural a petición del Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas Inc. El propósito de adquirir terrenos con motivos de designarse como reserva natural es asegurar la existencia de la biodiversidad y asegurar los procesos ecológicos que le mantienen (Salomón et al., 2006). Una vez realizado el análisis forestal de áreas seleccionadas podemos reconocer si éstas son unas que ameriten la aplicación de herramientas de conservación.

En Puerto Rico actualmente contamos con 21 bosques designados: Piñones, Vega, Cambalache, Bosque del Nuevo Milenio, Bosque de San Patricio, Bosque de Río Abajo, Bosque de Monte choca, Bosque de Guajataca, Bosque de Boquerón, Bosque de Guánica, Bosque de Susua, Bosque de Maricao, Bosque de Guilarte, Bosque La Olimpia, Bosque del Pueblo, Bosque de Tres Picachos, Bosque de Toro Negro, Bosque de Aguirre, Bosque de Carite y Bosque Ceiba; y 41 reservas naturales incluyendo reservas marinas y costera (Edgardo González, comunicación personal). Con el fin de evitar la fragmentación y asegurar la biodiversidad en estos ecosistemas, a través de toda la isla, se siguen dando

dinámicas para la adquisición de terrenos o áreas de valor natural. Para ello, resulta necesario conocer y entender los procesos por los cuales han atravesado nuestros suelos, cuáles han sido los usos que se les han dado, cuáles eran los recursos naturales que anteriormente ubicaban en esos suelos y con qué finalidad fueron utilizados.

También resulta necesario entender las dinámicas a través de las cuales han logrado resurgir nuestros bosques. Andel et al. (2008) lo explica de otra manera cuando define transición forestal como un cambio de un descenso a un aumento en expandir las áreas de bosques. Sin embargo, Andel et al. aclaran que esta transición no se da de la misma manera en todos los lugares y ciudades. Cuando hablamos de transición de bosques, Andel et al. (2008) resaltan que no podemos limitarnos a pensar en cobertura vegetal solamente, sino que debemos pensar en un cambio en equilibrio entre todo el sistema, desde el usos de suelos hasta los cambios en la provisión de los servicios del ecosistema

### **Estructura forestal**

Wadsworth (2000) define la estructura forestal de un bosque como la representación de los árboles en términos de edad, tamaño, copa u otras clasificaciones. En su libro Producción Forestal para América Tropical, Wadsworth (2000), nos define un bosque primario como aquel que no ha sufrido perturbaciones significativas por la intervención humana. Este tiempo puede ser más de 60 años según lo indica el propio autor. Basado en la historia de usos de terrenos de Puerto Rico podemos pensar que aproximadamente el 6% de nuestros bosques puede ser considerado como Bosques Primarios, pues fueron los que sobrevivieron la tala rasa por las actividades pasadas ya

descritas o los que sufrieron menos impacto. Wadsworth (2000) también documenta que el término de bosque secundario se aplica al crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica del bosque previo.

### **Bosques secundarios**

Los bosques tropicales son ecosistemas estructuralmente complejos (Palace-Michael et al., 2008). Albergan la mayoría de la biodiversidad del mundo (Campbell et al., 2002), sin embargo, según Killeen et al. (2008), la tasa de deforestación ha aumentado. Así lo confirma Campbell et al. (2002) cuando señalan que éstos están siendo talados a un ritmo alarmante. Por otro lado, el ambiente físico, químico y biológico sobre el cual están creciendo estos bosques ha sido alterado notablemente en las recientes décadas (Lewis et al., 2004). Entre los bosques tropicales, los secundarios son el tipo de cobertura forestal dominante en el trópico (Marin-Spiotta et al., 2007; Ostertag et al., 2007). A menos que las prácticas de uso hayan degradado los suelos, estos bosques recuperan las características estructurales similares al bosque primario en un periodo relativamente corto (Pacarella et al., 2000). El proceso de recuperación de la cobertura forestal es una pieza importante en el proceso de recuperación de un ecosistema (Grau et al., 2003). Aunque la composición de estos bosques secundarios resulta un tanto diferente, pueden tener las mismas o mayor número de especies presentes que en los bosques primarios. Estos bosques proveen servicios ambientales secundarios como la acumulación de especies, así como de nutrientes, y cumplen un rol sumamente importante como precursores para el desarrollo de bosques maduros (Lugo & Helmer, 2004; Helmer, 2004). También presentan, como bien señalan Pacarella et al. (2000),

funciones similares a las del bosque primario como protección de suelos evitando la erosión, retención de nutrientes en el ecosistema, fijación de grandes cantidades de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); estabilización del clima regional, productos madereros y no madereros y hábitat para la biodiversidad (Marín-Spiotta et al., 2007).

### **Bosques secundarios en Puerto Rico**

La composición de especies, la estructura y la dinámica de los bosques secundarios están influenciadas por la historia del uso de sus suelos y los disturbios (Marín-Spiotta et al., 2007). Wadsworth(2000) describe dos grandes categorías de bosques secundarios: *los bosques residuales* que han sido talados más de una vez en los últimos 60 a 80 años y que la última tala haya sido en los últimos 30 años. Éstos, si no han sido talados completamente, retienen algunas de las características anteriores. La segunda categoría que menciona se conoce como *bosque de barbecho o voluntario*. Ésta consiste en su mayor parte del crecimiento espontáneo que surge después de un cultivo periódico. A éstos, por el comportamiento que los describe, le faltaría tanto estructura como composición de un bosque maduro, porque en su mayoría están compuestos de especies pioneras (Wadsworth, 2000).

Kennaway & Helmer (2007) documentan que en Puerto Rico los distintos tipos de bosques difieren en composición de especies, endemismo y diversidad. La mayoría de éstos son secundarios en varias etapas de regeneración (Aukema et al., 2007). Brandeis et al. (2003) explican que la mezcla de especies de árboles encontrados en los bosques secundarios en los inventarios previos, refleja claramente los usos anteriores de los terrenos y la edad relativamente joven de estos bosques. Se han desarrollado, en su



mayoría, en fincas que han sido abandonadas y esto nos provee una oportunidad de estudiar su regeneración con modelos a largo plazo (Pascarella et al., 2000; China & Helmer, 2002) y estudiar las consecuencias ecológicas de estos cambios socioeconómicos asociados con la globalización económica en un ambiente tropical (Grau et al., 2003). En la actualidad las zonas de café que han sido abandonadas representan, entre otras cosas, un excelente campo de estudio silvicultural (Domínguez-Cristóbal, 2006). Dicha importancia está basada en los cambios que han ocurrido en la composición y distribución de las especies arbóreas que hoy ocupan aquellas extensiones de terrenos que con anterioridad estuvieron dedicadas al cultivo de café (Domínguez-Cristóbal, 2006).

Estos datos los confirman Lugo & Helmer (2004) en su trabajo titulado *Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests*, donde documentan que en Puerto Rico actualmente predominan tres tipos de bosques que pueden estar representando la secuencia de un periodo de conservación a uno de no conservación de bosques. El primero, bosques de cultivos de café bajo sombra, el segundo bosques de café bajo sombra abandonados (resultando en bosques secundarios por el abandono de terrenos bajo sombra) y el último, bosques secundarios que han resultado directamente del abandono de zonas de cultivo en general o pastos y de la regeneración de bosques o rodales perturbados (Lugo & Helmer, 2004).

En el primer Inventario Forestal de Puerto Rico del 1980, Brandeis (2003), identificó cerca de 117 especies exóticas naturalizadas de las cuales se desconocía el impacto ecológico. De éstas, sobre 45 especies fueron introducidas por los europeos antes del siglo XX y 35 fueron importadas durante ese mismo siglo como ornamentales.

Aproximadamente esta misma cantidad, 35, fueron introducidas para propósitos agrícolas y forestales (Lugo, 2004). Según Brandeis et al. (2007), la cubierta forestal de Puerto Rico, basado en el análisis efectuado por el FIA, aumentó de 32% en 1990 a 57% al 2004. Actualmente, donde tanto especies nativas como exóticas se han estado regenerando, Brandeis et al. (2007) identificaron unas 302 especies de árboles en un muestreo de toda la isla. Aunque Lugo (2004) comenta que sólo 1% de los bosques originales permanecen sin modificar, Brandeis et al. (2003) señala que en el paisaje forestal de Puerto Rico encontramos una falta de bosques maduros. Se puede ver como en toda la isla la cubierta forestal está dominada por vegetación en etapa joven de sucesión. De otra manera lo explican Kennaway & Helmer (2007) cuando resaltan que, aparte del bajo 6% antes descrito de cubierta de bosque, la mayoría de los bosques en Puerto Rico actualmente son bosques secundarios.

Nuestro lugar de estudio puede ser considerado como un bosque secundario de Barbecho o Voluntario porque sus terrenos fueron desprovistos de su vegetación entre los años 1930-1960 bajo las prácticas de la agricultura y otros usos de suelos (Apéndice 2). Hoy día, luego de que éstos fueran abandonados, ha comenzado a resurgir la vegetación casi en su totalidad. Esta regeneración de vegetación se debe en gran parte al clima que caracteriza el área y la composición de sus suelos; pero sobre todas las cosas, al cese de las perturbaciones humanas (Wadsworth, 2000).

Los disturbios también jugaron y juegan un papel muy importante en la determinación de la función y estructura de estos ecosistemas (Baker et al., 2005). Disturbios como, por ejemplo, usos de suelo, inundaciones, fuegos, derrumbes y

huracanes, inducen efectos sobre la sucesión subsecuente de la vegetación de los bosques (Grau et al., 2003; Gould et al., 2006). Boose et al. (2004) reseñan que el efecto de un huracán que impacta por varias horas consecutivas va a persistir por décadas. Estos impactos influyen en las condiciones del suelo subsecuente, plántulas en desarrollo, estructura y composición de especies y patrones de diversidad (Brown et al., 2006). Dada nuestra ubicación e historia respecto a trayectorias de huracanes, resulta extremadamente importante tomar en consideración el efecto de éstos sobre la composición y estructura de nuestros bosques, más aún, cuando en nuestro caso, la frecuencia de huracanes resulta ser la más alta del Atlántico Norte (Neumann et al., 1987 citado en Boose et al., 2004).

La abundancia de especies exóticas es característica en nuestros ecosistemas (Chinea & Helmer 2003; Grau et al., 2003). Esto se debe, según Lugo & Helmer (2004), a que los bosques que están en regeneración dependen de estas especies para poder establecerse. Dicho de otra manera, estas especies dictan la regeneración de nuestros bosques secundarios. El Tulipán Africano, *Spathodea campanulata*, es una de estas especies. La dominancia del tulipán africano en el paisaje forestal de Puerto Rico puede ser vista en dos formas. Por un lado, es la especie introducida con las mejores adaptaciones para reforestar terrenos abandonados pero, por otro lado, los dueños de terrenos la pueden considerar como una especie invasiva que desplaza otras especies o que ocupa rápidamente áreas agrícolas que nos son trabajadas por una temporada (Brandeis et al., 2007). En el reporte de la FIA, en el que se identificaron unas 302 especies de árboles alrededor de toda la isla, *Spathodea campanulata* fue la especie de

árbol más abundante, mientras que especies nativas como *Guarea guidonea*, *Andira inermis* y *Cecropia schreberiana* le seguían en abundancia (Brandeis et al., 2007).

El proceso del establecimiento de las especies nativas debajo del dosel de especies exóticas ocurre a través de todo Puerto Rico (Wadsworth y Birdsey 1985; Lugo y Helmer 2004; Lugo, 2004). Heartsill-Sacalley & Aide (2003) en su trabajo *Riparian vegetation and stream condition in a tropical agriculture-secondary forest mosaic*, encontraron que las especies que más dominaron sus áreas de estudio fueron las siguientes: *Spathodea campanulata* y *Syzigium jambos* como especies arbóreas exóticas; *Musa* sp. y *Coffea arabica* como especies agrícolas; *Guarea guidonea* y *Ocotea leucoxylon* como especies nativas más abundantes en cubierta de bosque y *Eugenia biflora* y *Guarea guidonea* en áreas mixtas de cobertura. En el área de pastizales la especie arbórea nativa que dominó fue *Casearia sylvestris* (Heartsill-Sacalley & Aide, 2003). Cabe mencionar que dentro de las tres áreas de estudio que se evaluaron en este trabajo, se encontraba el Río Usabón que ubica en el Cañón de San Cristóbal en el municipio de Barranquitas. Esto nos puede dar una idea de las especies que pueden predominar en nuestra área de estudio por la cercanía y condiciones similares entre ambos bosques.

Por otro lado, Grau et al. (2003) documentan que en varios de sus estudios en bosques secundarios en Puerto Rico, dentro de las especies que suelen predominar los doseles están: *Spathodea campanulata* como especie ornamental, *Syzigium jambos* como especies introducida y *Erythrina poeppigiana* como especie para café de sombra. Respecto a las nativas comentan que han encontrado nativas que dependen de luz como

*Cecropia schreberiana* y *Schefflera morototoni* y las tolerantes a la sombra como *Guarea guidonea* y *Andira inermis* (Franco et al., 1997, Grau et al., 2003).

### **Estudios de casos**

El método de Parcelas Modificadas Whitaker (PMW), como herramienta para evaluar y monitorear vegetación, es uno de los más utilizados en distintos lugares del mundo. En muchos de estos trabajos de perfil científico, se ha demostrado su efectividad cuando se compara con otras metodologías. Campbell et al. (2002) en su trabajo, *Modified Whittaker Plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest*, propone el uso de estas parcelas de .1 hectárea a escalas múltiples para evaluar y monitorear un bosque tropical. En este trabajo de Campbell se establecieron 4 PMW en 4 lugares distintos dentro del área del estudio para:

- a. Describir la estructura y composición del lugar,
- b. Comparar estos resultados con los resultados de unas parcelas permanentes de biodiversidad (PPB) de 1 hectárea ya establecidas en el lugar y
- c. Evaluar la habilidad de las PMW para detectar cambios en población.

Durante el trabajo se recolectaron alrededor de 400 especies de cada lugar de estudio (400 en las PMW y 400 en las PPB). Encontraron que la composición de especies en los lugares comparados (PMW vs PPB) era distinta mientras que la abundancia y el área basal era similar. Finalmente, luego de comparados los resultados con las parcelas de biodiversidad encontraron que ambas parcelas mostraron similitud en cuanto a la recolección de composición de especies y abundancia y que resultaron parecidas en cuanto a la detección de especies raras. Sin embargo, las PMW mostraron

una tendencia a recolectar más especies por parcela. Adicional a este dato, los análisis estadísticos mostraron que estas parcelas fueron más eficaces en detectar cambios en el número significativo de especies de árboles y plantas herbáceas.

Existen otros trabajos en los cuales el enfoque para el cual se han utilizado estas parcelas ha sido distinto. En el trabajo "*Landscape analysis of plant diversity*" de Stohlgren et al. (1997), se utilizaron estas parcelas para documentar las muestras reales de vegetación que ubicaban en el sotobosque en los lugares que estaban bajo estudios. Los autores describen esta técnica como una que reduce el prejuicio y la información subjetiva de la riqueza de especies debido a la auto correlación espacial. Estos cuadrantes se colocaron en lugares donde existían diferentes tipos de vegetación bajo diferentes usos de terreno como pastoreo y no pastoreo, zonas quemadas y no quemadas, cerca de la ribera y distante de la ribera, entre otros, para cuantificar los patrones de riqueza de especies; para identificar ecosistemas claves y sobre todo para poner a prueba la exactitud de la metodología de evaluación (Stohlgren et al., 1997). Finalmente, esta aplicación resultó mucho más efectiva comparado con otras técnicas antes utilizadas, logrando así completar sus objetivos.

### **Marco legal**

En varias reuniones de un grupo de ciudadanos Barranquiteños con un activista ambiental reconocido del área central del País, se reiteró un compromiso para aunar esfuerzos y trabajar por la protección de los recursos naturales de Barranquitas. En este proceso, este grupo de ciudadanos comenzó la tarea de estudiar los sistemas de bosques del pueblo de Barranquitas que actualmente sólo protege a perpetuidad el 1.3 % de su

suelo. Durante este tiempo de trabajo de educación popular se descubre el Cañón Las Bocas. Fue ante este escenario que se organizó lo que hoy se conoce como Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas. Una entidad sin fines de lucro y de base comunitaria cuyos objetivos principales son lograr la designación de este cañón como reserva natural y establecer un acuerdo de co-manejo junto al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

Durante el año 2002 en una visita hacia los terrenos del Cañón Las Bocas, encontraron una *Ceiba pentandra* centenaria con varias características alrededor del lugar que mostraban riqueza ecológica. Estos hechos, llevaron al grupo a continuar visitando el lugar para evaluar el estado de estas áreas como un ecosistema con valor ecológico. Para el año 2004 el ornitólogo José Salguero había comenzado a visitar los terrenos para evaluar la presencia de aves. Este mismo año se celebró la semana del Planeta Tierra con estudiantes de escuelas de Barranquitas a través de una reforestación en algunas áreas. Eventualmente el lugar se dio a conocer y comenzó a surgir interés de la comunidad científica por lo que comenzaron a integrarse expertos en materias como: Biólogos, Geólogos, Ornitólogos, Maestros de distintos niveles y de varias materias, Sociólogos, Botánicos, Hidrólogos, Micólogos, Químicos, el Historiador Forestal de Puerto Rico, entre otro grupo de profesionales y estudiantes de escuela intermedia, superior, sub graduados, graduados y a nivel doctoral.

El interés de estos grupos de profesionales y estudiantes resultó por la riqueza que comenzó a mostrar el área a nivel de biodiversidad. Vegetación y cubierta forestal en un proceso de regeneración de varios tipos de bosques; presencia de insectos; hongos

comunes y raros; presencia de aves endémicas y migratorias en varios niveles de bosque; de cuevas y murciélagos. Todos ellos muestran variedad de organismos que entendemos pertenecen a varias familias, géneros y especies.

El lugar también cuenta con recursos hidrológicos de valor, debido a los cuerpos de agua presentes en los terrenos e incluso la presencia de un planta de filtración; formaciones geológicas y presencia de afloramientos de roca caliza; evidencia de cambios de usos de suelo en prácticas de agricultura, ganadería, extracción de madera, entre otros; presencia de varias formaciones de suelos y geológicas, entre un sin número de datos que le prestan relevancia al lugar. También comenzaron a visitar el lugar sociedades y escuelas especializadas como la Escuela de Arquitectura, el Instituto de Ciencias para la Conservación de Puerto Rico, la Escuela de Asuntos Ambientales, la Sociedad de Espeleología, la Sociedad de Ornitología, entre otros. Estos también evaluaron el lugar desde el punto de su expertiz con propósitos de un posible desarrollo sustentable en esto terrenos.

Ante una iniciativa del comité se le pide a la oficina de Información Geográfica del DRNA que el área natural del Cañón Las Bocas sea delimitada. Se delimitan los terrenos y se levantan mapas de estas zonas (Figuras 1-2; 5-10). Usando esta información de referencia se comienzan a llevar a cabo distintos trabajos que enfoquen estrategias que resalten el valor ecológico de los terrenos desde el punto de vista Científico-Social.

Considerando el interés de la comunidad, la importancia ecológica de la región y la información colectada por el DRNA, surge la posibilidad de considerar una



investigación de la estructura forestal para establecer recomendaciones de manejo. Este trabajo investigativo fortalecería, no tan sólo el análisis de este tipo de paisaje, sino también el proceso de designación de reserva que la comunidad busca para el área. De aquí surge la iniciativa de mi trabajo y como parte del mismo y como base para el proceso de designación de reserva de este lugar, verificamos la aplicación de leyes y programas que pueden estar implicadas en este proceso de conservación.

#### Ley de Política Pública Ambiental de Puerto Rico

La Ley Núm. 416 de 22 de septiembre de 2004 en su Artículo 3 sobre declaración de la política pública ambiental, establece lo siguiente: El Estado Libre Asociado de Puerto Rico, en pleno reconocimiento del profundo impacto de la actividad del ser humano en las interrelaciones de todos los componentes del medio ambiente natural, especialmente las profundas influencias del crecimiento poblacional, la alta densidad de la urbanización, la expansión industrial, recursos de explotación y los nuevos y difundidos adelantos tecnológicos y reconociendo, además, la importancia crítica de restaurar y mantener la calidad medio ambiental para el total bienestar y desarrollo del hombre, declara que es política continua del Gobierno del Estado Libre Asociado, incluyendo sus municipios, en cooperación con las organizaciones públicas y privadas interesadas, el utilizar todos los medios y medidas prácticas, incluyendo ayuda técnica y financiera, con el propósito de alentar y promover el bienestar general y asegurar que los sistemas naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica, en el marco de una cultura de sustentabilidad, para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la

naturaleza puedan existir en armonía productiva y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualesquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños.

Que toda persona tiene la responsabilidad de contribuir a la conservación y mejoramiento del medio ambiente.

#### Ley de Bosques de Puerto Rico

En la Ley núm. 133 del 1 de julio de 1975, según enmendada, se declara que la política pública forestal del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, es la siguiente:

- a. Los bosques son un recurso natural y único por su capacidad para conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente; conservan el suelo, el agua, la flora y la fauna; proveen productos madereros; proporcionan un ambiente sano para la recreación al aire libre y para la inspiración y expansión espiritual del ser humano; y el manejo forestal provee una fuente de empleo rural. Los bosques constituyen, por lo tanto, una herencia esencial, por lo que se mantendrán, conservarán, protegerán, y expandirán para lograr su pleno aprovechamiento y disfrute por esta generación, así como legado para las generaciones futuras.
- b. Los productos y beneficios forestales serán usados completa y eficientemente a fin de prolongar su utilidad.
- c. Las tierras forestales pertenecientes al Estado en las cuales los productos, servicios y utilidades señalados constituyen su valor real o potencial más alto, serán declaradas y designadas como Bosques del Estado y se mantendrán forestadas, desarrolladas y

manejadas racionalmente para obtener un rendimiento óptimo y continuo de estos productos, servicios y utilidades.

d. Los dueños o cesionarios de tierras forestales de propiedad particular deben contribuir, dentro del límite de sus posibilidades, a mantener y conservar los bosques, evitando que los mismos sean destruidos o eliminados innecesariamente o que sean destinados a un uso menos indispensable que el de bosques.

e. Será responsabilidad del Gobierno desarrollar y establecer las medidas necesarias de conservación forestal y estimular la iniciativa privada hacia tales fines.

En el Artículo 12 Refugios. (12 L.P.R.A. sec. 191j) se menciona específicamente que a fin de proteger la decreciente población de especies de vida silvestre en nuestros bosques, por la presente se declara que todos los bosques estatales presentes y futuros son refugios para cualquier especie de vida silvestre, ave o animal de caza o cualquier otra ave, ya sean éstas nativas o migratorias.

#### Ley de vida silvestre de Puerto Rico

En la Ley núm. 70 de 1976, llamada Ley de Vida Silvestre del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, se define como Vida Silvestre cualquier organismo cuya propagación o sobrevivencia natural no dependa del celo, cuidado o cultivo del ser humano y se encuentre en estado silvestre; ya sea nativa o adaptada en Puerto Rico; o cualquier especie migratoria que visite Puerto Rico en cualquier época del año, así como también las especies exóticas según se definen en esta Ley. Esta definición, incluye, pero no se limita a, las aves, los reptiles acuáticos y terrestres, los mamíferos acuáticos o

terrestres, los anfibios, todos los invertebrados terrestres y las plantas, y cualquier parte, producto, nido, huevo, cría, flor, semilla, fruto, hoja o su cuerpo o parte de éste.

El propósito general que se establece en esta ley es el de proteger, conservar y fomentar estas especies tanto nativas como migratorias. Sobre todas las cosas, ésta debe asegurar el balance entre el desarrollo poblacional, económico y comercial y la perpetuidad de estos recursos. Para esto es necesario llevar a cabo identificación y atención especial del hábitat natural donde estas especies sobreviven y se propagan.

#### Ley de Patrimonio Natural de Puerto Rico

La Ley número 50 del 4 de agosto de 1988, destaca la creación de un programa de Patrimonio Natural en el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico al cual se le asignará un fondo con el propósito de adquirir, restaurar y manejar áreas de valor natural, identificadas en el Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico. Esta ley tiene como meta dotar al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de un mecanismo que permita la adquisición de áreas de valor natural para protegerlas y conservarlas para el uso y disfrute de esta y futuras generaciones de puertorriqueños.

La sección número 3 de esta ley detalla que el programa tendrá las siguientes metas y objetivos:

1. Identificar los terrenos, comunidades naturales y hábitats que le den albergue a la vida silvestre, así como los que son esenciales para la supervivencia y protección de las especies de flora y fauna vulnerables o en peligro de extinción y cualesquiera otros terrenos que el programa determine que deben preservarse por su valor como recurso natural;

2. Diseñar áreas de valor natural que deben protegerse;
3. Preparar planes de adquisición y protección para dichos terrenos;
4. Fortalecer las organizaciones sin fines de lucro dedicadas a la conservación de los recursos naturales compartiendo con estas la responsabilidad de adquirir, restaurar y manejar dichos recursos;
5. Coordinar y viabilizar la adquisición, restauración y manejo de dichas áreas por el Departamento, agencia de Gobierno u organización sin fines de lucro.

Por otro lado, en el punto número seis (6) de la cuarta sección se menciona que el programa deberá recomendar a la Junta de Planificación la designación como Reserva Natural de cualquier área incluida en el inventario de áreas de valor natural por el Programa de Patrimonio Natural.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **Área de estudio**

El área de estudio la comprende los límites y terrenos que forman e integran al Cañón Las Bocas. El Cañón comprende un área total de 1,205.68 cuerdas (1170.71528 acres), de las cuales 760.79 (738.72709 acres) ubican en el municipio Comerío y 444.89 (431.98819 acres) en el de Barranquitas. Estas cuerdas de terreno a su vez comprenden los barrios de Quebradillas y Quebrada Grande (Barranquitas) y Río Hondo y Palomas (Comerío) (Figura 1). Actualmente, el área total del Cañón Las Bocas abarca unas 18 fincas, propuestas para ser designadas como Reserva Natural. La delimitación de esta zona parte de una solicitud del grupo comunitario CPRNCLB al DRNA donde se presentaron unas recomendaciones de áreas (Figura 2). Luego de ello, el DRNA identificó unas áreas para evaluar la designación del grupo comunitario. Esto se hizo considerando la topografía y la información de hidrología del área. Por otro lado, estas zonas y áreas se delimitaron considerando las fincas privadas que existen en la zona. Cabe mencionar que esta delimitación no es final y es sólo la base para considerar la designación. Nuestras áreas de estudio se enfocaron a las zonas de más importancia para la posible designación como por ejemplo zonas de pendientes marcadas, áreas de bosque maduro identificadas en las fotos históricas y los cuerpos de agua cercanos.

El acceso a nuestras áreas de estudios se hizo a través de los caminos (Valencia et al., 2004) que pertenecen a la Autoridad de Acueducto y Alcantarillado hacia la Planta de

Filtración Las Bocas en Barranquitas. La accesibilidad dependió todo el tiempo de la autorización de dueños de terrenos a través del presidente del Comité Pro-Reserva Natural Cañón Las Bocas Inc. y de los empleados de la planta.

Basado en el las Zonas de Vida Ecológica de Puerto Rico e Islas Vírgenes de Estados Unidos, Ewel & Whitmore (1973), los terrenos que componen el Cañón Las Bocas se encuentran en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical. La temperatura promedio en el área fluctúa entre 18° y 24°C, (64° y 75° F). El promedio anual de precipitación fluctúa entre 1,000 y 2, 000 milímetros, equivalentes a 39-87 pulgadas.

Respecto a la geología (Apéndice 2), basado en los mapas de descripción geológica que levantó el DRNA en enero de 2008 (Figura 9), se pueden identificar cuatro (4) formaciones: *Aluvión*, *Mameyes Formation*, *Perchas Formation* y *Robles Formation*. En cuanto a los tipos de suelos (Apéndice 2), se han identificado cinco (5) tipos: *Caguabo clay loam*, *Humatas clay*, *Mucara clay*, *Maricao clay* y *Naranjito silty clay loam* (Figura 10). Determinamos el uso de los suelos a través del análisis de fotos aéreas que nos brindó el personal del DRNA (Apéndice 1) adicional a entrevistas o diálogos con personas locales que conocían del uso de los terrenos (Pascarella et al., 2000; Ostertag et al., 2007). Tomando en cuenta los datos recopilados, se establece una metodología para analizar la estructura forestal del lugar para recomendar estrategias de restauración y manejo. El análisis está enfocado en restablecer áreas desprovistas de vegetación y promover la sucesión para el desarrollo de especies endémicas y nativas de valor como hábitat para la biodiversidad.

### **Método de parcelas modificadas Whittaker**

Los biólogos utilizan variedad de metodologías para evaluar y estudiar vegetación (Campbell et al., 2002). Algunos de los métodos resultan comunes como la recolección de especies para ser identificadas posteriormente y saber cuáles especies están presentes en las áreas bajo estudio. Otros métodos, como bien menciona Campbell et al. (2002), resultan más sistemáticos como los cuadrantes y transectos los cuales proveen información cuantitativa y a los cuales describe como componentes valiosos tanto para el monitoreo como para la evaluación de la vegetación. Estos inventarios de plantas por medio de parcelas o transectos estandarizados, permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada, sin necesidad de estudiarla o recorrerla en su totalidad (Campbell et al., 2002).

El uso de cuadrantes permanentes, los cuales permiten seguir la población marcada durante un estudio, ofrece un gran potencial como herramienta de monitoreo a largo plazo (Campbell et al., 2002). El uso de cuadrantes como criterios de muestreo de vegetación se ajusta al diseño establecido, considerando la claridad y precisión de los objetivos específicos y del tipo de análisis a desarrollar, pues los diferentes tipos de vegetación requieren dimensiones diferentes del cuadrado dependiendo del comportamiento de las características de la formación vegetal (Ferro, s.f.). Uno de estos métodos es la PMW. Estas parcelas modificadas fueron desarrolladas por Stohlgren et al. (1995) basadas en el diseño original de muestreo de vegetación anidada desarrollada por R. H. Whittaker y descrita por Shmida en el 1984 (Campbell et al., 2002). Según Barnett y Stohlgren (2003), el método de PMW determina la cobertura y la riqueza de especies de



flora con mayor certeza y eficiencia que otros diseños comparados. Aunque relativamente pequeño, este método conlleva varias replicas de parcelas anidadas que ayudan a definir la estructura del bosque en diferentes niveles verticales. Nos permite monitorear varios tipos de vegetación, incluyendo especies que están comenzando a surgir en el sotobosque que están por debajo de un centímetro (1 cm) a la altura del pecho. Nos da paso a incluir datos de regeneración que permiten considerar estrategias de manejo futuras como se considera en los objetivos establecidos. Los criterios de selección para la ubicación de nuestra PMW fueron:

#### 1. Accesibilidad

Era necesario llegar a todas las áreas de la parcela. Considerando las pendientes empinadas que presentó el área de estudio, se identificaron los accesos y facilidad de manejo de equipo para establecer el cuadrante.

#### 2. Tipo de Vegetación

Se consideraron lugares donde dominara el bosque secundario para analizar su condición y estructura para poder establecer recomendaciones de manejo de este tipo de bosque y considerar estrategias de reforestación.

#### 3. Impacto en área de estudio

Se consideró que el área de estudio fuera representativa de una zona considerable del Cañón para poder aplicar las estrategias de manejo que fortalezcan la designación del área como reserva y mejorar la biodiversidad de la región.

Para esta selección de áreas, utilizamos uno de los mapas de referencia que desarrolló el DRNA, para identificar y considerar la vegetación característica del bosque

secundario joven (Figura 8). Estos criterios nos brindaron detalles del estado actual del bosque secundario respecto a su estructura forestal, tipo de vegetación que compone el área y especies de mayor dominancia. La selección del área de estudio, con las condiciones indicadas, nos permitió desarrollar estrategias que pueden ser utilizadas con propósitos de manejo con el fin de mejorar la estructura forestal del área.

La parcela establecida consistió de una multi escala rectangular de diferentes dimensiones y para su establecimiento se consideró la inclinación de los terrenos. Para conocer la ubicación de nuestra parcela utilizamos el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), un equipo digital que nos permite determinar la posición y ubicación específica de la parcela dentro de los terrenos del Cañón Las Bocas.

Para levantar la PMW, el método consistió en delimitar la parcela mayor que consiste de un área rectangular de 20m x 50m. El área fue delimitada con 4 pedazos de tubo de poliviniloclorido (PVC) en las cuatro esquinas que marcaron las distancias correspondientes. Los límites externos de las parcelas quedaron delimitados por los cuatro tubos que tenían un largo de 18", grosor interno de tubo "Schedule 40" y  $\frac{3}{4}$ " de ancho. Los límites fueron identificados con hilo nilón que se usó para trazar los bordes, amarrando el mismo a los tubos establecidos en las cuatro esquinas de la parcela (Figura 11).

Luego de establecer el límite externo de la parcela, se ubicaron 10 sub parcelas de 2m x 0.5m. Para ello hicimos un marco con tubos PVC, con la medida antes descrita, que fue colocado primeramente en la esquina inferior derecha de la parcela, a 2m de distancia del borde, aproximadamente, para que no quedara sobre la vegetación

perturbada a causa de la creación de la parcela de 20m x 50m. Eventualmente, colocamos cada una de las sub parcelas A en movimiento en contra de las manecillas del reloj, desde la esquina inferior derecha, a la esquina superior derecha, nos movimos hacia la izquierda hasta la esquina superior izquierda, luego comenzamos a bajar hasta la esquina inferior izquierda. A estas sub parcelas las identificamos con la letra A y un número que le correspondió a cada sub parcela (A1 para la primera sub parcela, A2 para la segunda y así sucesivamente hasta marcar la última sub parcela, A10) (Figura 11).

Creamos una sub parcela central de 5m x 20m. Para ello, recorrimos una distancia de 15m desde los puntos superiores hacia los inferiores y viceversa, en los lados de 50m de la parcela mayor. Luego, partiendo de esos puntos marcados, a la distancia de 15m, recorrimos 7.5m desde la izquierda hacia la derecha y viceversa y colocamos una estaca a los 7.5m recorridos de ambos lados (Figura 11).

Para crear la primera de las dos sub parcelas de 2m x 5m, caminamos 2m dentro del terreno desde la esquina inferior derecha. Colocamos una estaca en el punto e hicimos la sub parcela con las medidas establecidas. Luego hicimos lo mismo en el lado opuesto, esquina superior izquierda y se mantuvieron marcados (Figura 11).

El diagrama de Parcelas Modificadas Whittaker (Figura 12), queda de la siguiente manera:

- A. 2m x 0.5m ( 10 sub parcelas)
- B. 2m x 5m (2 sub parcelas)
- C. 20m x 5m (1 sub parcela)
- D. 50m x 20m (1 parcela)

Fierro (s.f.) indica que la cobertura forestal de un área se puede estimar utilizando diferentes técnicas desde aparatos especializados hasta estimaciones visuales. Para las estimaciones visuales este autor destaca un procedimiento práctico que facilita la asignación de los grados de una escala en el campo, como por ejemplo, la de Braún-Blanquet (Fierro, s.f.). La estimación se hace de la siguiente manera: para cada una de las especies presentes se decide si cubre más o menos el 50% del área establecida. Utilizando esta técnica de estimación identificamos y contabilizamos helechos, bejucos, plántulas y arbolitos, en las sub parcelas pequeñas de 2m x .5m (A1 – A10).

- Si su cubierta es  $>$  de 50%, estimas si es más o menos que 75% y asignas %.
- Si su cubierta es  $<$  de 50%, estimas si es más o menos de 25% llegando hasta 5% y 1%.

Para el resto de las sub parcelas: B1, B2 y C, e incluyendo la parcela mayor, D, medimos los árboles y arbustos utilizando una cinta especializada de DAP en cm a una distancia de 1.3 metros a nivel del suelo (Figura 13). Cuando los árboles presentaron más de un tronco, medimos el DAP de cada tronco por separado (Marín-Spiotta et al., 2007) para efectos del área basal. Para efectos de dominancia o abundancia de especies, sólo se consideró el árbol principal. Estimamos la altura visualmente para todas las especies estudiadas. Al tener este tipo de información, diámetro a la altura del pecho y altura, pudimos obtener el volumen por medio de la formula de área basal. De forma resumida, evaluamos el cuadrante de la siguiente manera:

- Sub parcelas A1- A10 (internas alrededor de toda la parcela) 2m x .5m

Estimamos de forma visual % de cobertura por especies.

- Sub parcelas B1 y B2 (esquinas) de 5m x 2m

Medimos e identificamos los árboles y arbustos  $\geq 1$  cm de DAP y  $< 5$  cm de DAP.

Estimamos altura.

- Sub parcela C (central) de 20m x 5m

Medimos e identificamos los árboles  $\geq 5$  cm de DAP y  $< 10$  cm de DAP.

Estimamos altura.

- Parcela D (todo el cuadrante) de 20m x 50m

Medimos e identificamos todos los árboles con DAP  $\geq$  a 10 cm. Estimamos altura.

A través de esta metodología, determinamos las especies que integran la estructura del área de estudio tomando en consideración abundancia, dominancia y altura. Durante el proceso todos los árboles identificados se dejaron marcados con cintas de distintos colores (*flagging tape*) y números para que puedan ser utilizados en estudios futuros.

### **Transectos**

Los transectos son comúnmente utilizados para estudiar los cambios en la vegetación a lo largo del comportamiento de un gradiente ambiental, o a través de diferentes hábitats (Ferro s.f.). Andel et al. (2008) destacan que cuando se trabaja con estructura forestal a nivel de procesos de transición, de un descenso a un aumento en área de bosque, es importante tomar en consideración los bosques maduros como puntos de referencias. Por esta razón, además de ver la estructura del bosque secundario, se

verificó la composición de algunas zonas de bosque maduro de los terrenos que componen el Cañón Las Bocas. Sin embargo, las áreas de bosque con mayor accesibilidad, según Helmer (2000) y Kennaway & Helmer (2007), tienden a ser características de bosque joven. Por esta razón de poca accesibilidad, esta área del Cañón Las Bocas, tal vez, nunca había sido explorada. La noche anterior a nuestro viaje de campo, el presidente y uno de los miembros del Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas, tenían pautada una visita nocturna de exploración a esta zona por la composición que observaban del área. En ese viaje nos dejaron unas cintas de referencia para poder adentrarnos lo más posible a nuestro punto de interés. Aún así con las marcas de referencia, la accesibilidad al lugar fue con mucha dificultad por ser un área sin veredas y de pendientes pronunciadas.

Para llevar a cabo este proceso, utilizamos la metodología de Transectos. Esta metodología se aplicó para evaluar la estructura forestal de esta área de bosque dirigiéndonos a la identificación y dominancia de especies sin considerar la estructura en diferentes niveles verticales. Se utilizó esta metodología por su efectividad en documentar la vegetación de un lugar en particular de manera relativamente ligera, por tener una facilidad de aplicación en zonas de pendientes marcadas y por ser una metodología de bajo costo (DRNA, 2006).

La selección del lugar para establecer estos transectos la llevamos a cabo a través de la evaluación de fotos históricas de los terrenos del Cañón Las Bocas, que nos brindó el personal de la oficina del DRNA (Apéndice 1), y tomando en consideración áreas clasificadas como bosque maduro secundario en el mapa de vegetación. Basado en estos

mapas y fotos, uno de los transectos lo hicimos en medio de una de las pendientes a las que logramos acceso con dificultad por la inclinación. El otro transecto lo ubicamos a dos metros aproximadamente de la orilla del Río Caliente. La selección del borde del río la hicimos basada en dos razones:

- a. La facilidad para correr la cinta y llevar a cabo el procedimiento.
- b. Porque estas áreas usualmente se dejaban como fragmentos de vegetación entre las zonas de cultivo y el cuerpo de agua, para evitar la erosión y proteger el cultivo. Entendimos que nos ofrecería características de la vegetación que pretendíamos encontrar.

Utilizando una cinta métrica, se colocó en el punto inicial del área seleccionada y se recorrió hasta completar la distancia de 50 metros, donde se amarró el otro extremo de la cinta. Una vez amarrados los extremos procedimos a recorrer el tramo. A lo largo de esta distancia inventariamos individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP), mayores o igual ( $\geq$ ) a 2 centímetros a una altura de 4.5 pies del suelo, a menos que el árbol no presentara alguna falla o anomalía en su tallo (Valencia et al., 2004). En ese caso, movimos la cinta de DAP unos centímetros más alto, hasta donde terminara la falla. El DAP de los árboles con 5 cm o menos, se midió con un *Caliper* especializado para facilitar el proceso en árboles pequeños. Se recopiló la siguiente información: nombre común y científico, DAP y altura aproximada.

Adicional a los árboles medidos en el transecto, se hicieron anotaciones de otras especies vegetativas observadas aledañas al transecto (DRNA, 2006). Estas especies,

aunque no estaban dentro de la zona de estudio, se contemplaron ya que nos brindaban datos sobre los usos de suelo en épocas pasadas y madurez del bosque.

Con este levantamiento de data quisimos obtener un perfil de las especies que actualmente dominan el dosel en el área de bosque maduro y que deben ser especies que, de no estar presentes en el bosque secundario, necesitaríamos considerar como parte del manejo y restauración de áreas que fueron deforestadas total o parcialmente. Esta información también ayudó a definir las estrategias de manejo que se deben aplicar en el bosque secundario para beneficiar especies propias y naturales del área del Cañón.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

Los planes de conservación usualmente comienzan con rastreos de terrenos de áreas que se pretenden conservar, a través de estudios y análisis de fotos de imágenes de satélite (Helmer et al., 2008). En este proceso se logran levantar mapas que describen el lugar a nivel geográfico, topográfico, de vegetación, delimitación de zonas, zonas de vida, entre muchos otros. También se llevan a cabo trabajos científicos para el levantamiento de información de manera rigurosa y sistemática. Con estos trabajos, que utilizan como base toda la información que se generó del rastreo inicial de los terrenos, podemos evidenciar con exactitud y análisis los recursos que hay presentes en las áreas bajo estudio. En este trabajo consideramos el objetivo de analizar la composición de especies exóticas y nativas en las áreas seleccionadas dentro de los terrenos del Cañón Las Bocas en Barranquitas, e identificar las especies arbóreas de importancia para la restauración y la diversidad en estas áreas. Esta información sería utilizada para recomendar estrategias y prácticas de manejo para enriquecer y promover la sucesión de la composición de especies en el bosque húmedo secundario joven que se está regenerando en estos terrenos. Esta información, además de servir de base para considerar opciones de recuperación en los bosques secundarios jóvenes de la región central de Puerto Rico, podría ser utilizada como base en la conservación y designación del Cañón Las Bocas como reserva natural.

El Cañón Las Bocas es una falla geológica ubicada al noreste del Cañón San Cristóbal, que se extiende por 2.5 millas a través de los barrios Quebradillas y Quebrada Grande, de Barranquitas, y Palomas y Río Hondo, de Comerío. En un documento informativo del Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas (2009), se describe esta zona como bosque secundario de baja cordillera en el cual se encuentra un conjunto de cañones. Un cañón es una formación topográfica que consiste de un paso estrecho y profundo entre las montañas (CPRNCLB, 2009). Sus paredes son de roca escarpada y por su fondo casi siempre transcurre una corriente de agua. Los terrenos que conforman el Cañón Las Bocas, tienen una extensión de 1,205.68 cuerdas (1170.71528 acres), de las cuales 760.79 (738.72709 acres) ubican en el municipio Comerío y 444.89 (431.98819 acres) en el de Barranquitas. A través de estos terrenos transcurren dos de los principales afluentes del Río Hondo: Río Frío y Río Caliente. Nuestra parcela ubica en los terrenos pertenecientes al municipio de Barranquitas y queda ubicada a la derecha del Río Frío a una distancia de aproximadamente 50 m (Figura 3). El terreno donde ubica nuestra parcela se caracteriza por la formación o afloramiento de piedra caliza. En Puerto Rico los depósitos de rocas calizas más antiguos datan del Periodo Cretácico Inferior y se encuentran localizados en Caguas, Aguas Buenas, Comerío, Barranquitas, Cidra y Cayey (DRNA 2009).

En nuestra isla, además de la Región Cárstica del Norte, existen otras dos áreas compuestas por calizas, una en el sur y la otra son zonas de caliza dispersa, como en el centro de la isla (Lugo et al., 2001). En el Estudio del Carso que preparó el DRNA en septiembre 2009, se explica que dentro de la región montañosa central se encuentran

áreas de calizas que no están asociadas a la Provincia del Carso Norteño o a la Región de las Calizas del Sur. Estas áreas se conocen como la Faja Caliza del Interior, se encuentran entre los más antiguos de Puerto Rico y presentan un buen desarrollo de fisiografía cárstica (DRNA, 2009). Ejemplo de estos elementos fisiográficos son: el sistema de cuevas de Aguas Buenas, Cueva La Mora en Comerío, Cañón Las Bocas en Barranquitas, cuevas en el Barrio Matón Arriba de Cayey, cuevas en diferentes barrios del municipio de San Germán y el espectacular ejemplo de karren con puntas de varios metros de altura en Punta Guaniquilla, Cabo Rojo (DRNA, 2009) (Figura 4).

En lo que respecta a suelos, nuestra parcela ubica exactamente sobre suelo de formación tipo Mucara Clay. El mapa de suelos (Figura 10) de esta zona destaca que este suelo es bastante común en los terrenos que conforman el Cañón Las Bocas. En el mismo encontramos que el tipo de suelo Mucara Clay está sub dividido dentro del terreno, encontrando un parcho grande al norte y otros de menor tamaño al noreste, al sur este, y al sur. Este dato resulta ser uno significativo ya que si consideramos áreas con estas mismas descripciones de suelo podemos pensar que la presencia de las especies en nuestra parcela debe ser similar en estas mismas áreas donde tenemos presencia de este tipo de suelo si los usos de terrenos han mantenido un patrón similar.

En cuanto a la geología (Apéndice 2), en los terrenos del Cañón Las Bocas hay presencia de cuatro (4) bases geológicas y nuestra parcela ubica en terreno de formación Perchas. Si observamos el mapa de geología (Figura 9), encontraremos que este tipo de geología es la que predomina el área. De forma visual podríamos decir que describe aproximadamente un 75% de los terrenos. Por lo tanto, resulta ser un dato vital sobre las

especies que podríamos encontrar presentes a lo largo de todos los terrenos que componen el área, si lo comparamos con nuestra parcela.

Nuestro estudio de campo en el área comenzó con la revisión de fotos aéreas tomadas por el personal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) en enero de 2008. Estas fotos muestran los límites de los terrenos que comprenden lo que se pretende designar como Reserva Natural Cañón Las Bocas (Figura 2). Llevamos a cabo la selección del área tomando en consideración los factores antes descritos, como la accesibilidad a los terrenos, vegetación y áreas descritas como bosque secundario joven. Estas características de selección estuvieron basadas todo el tiempo en los objetivos de nuestro trabajo. Una vez ubicados en el área, establecimos el cuadrante aplicando la metodología seleccionada y descrita en el capítulo de metodología.

#### **Sub parcelas A1 – A10 (2 metros x .5 metros)**

Pudimos identificar la presencia de 10 especies distintas representadas a través de todas las sub parcelas que describen el sotobosque: *Xanthosoma sp.*, *Syzygium jambos*, *Randia aculeata*, *Eugenia sp.*, *Guarea guidonea*, *Guapira fragans*, *Casearia guianensis*, *Inga vera*. También pudimos identificar distintas especies agrupadas bajo la familia de los laureles (Tabla 1). Estas especies mostraron individuos pertenecientes a las siguientes familias: Myrtaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Meliaceae y Nyctaginaceae (Tabla 2). Para entender quien dominaba el área de sotobosque, identificamos cada especie y la clasificamos entre nativa o exótica (Colón y Lugo, 2006).

En la primera sub parcela, A1, la vegetación cubría aproximadamente un 30 % de la sub parcela marcada. La vegetación identificada de esta sub parcela se proyectó de la

siguiente manera: 7% *Xanthosoma sp.*, 5% Especie desconocida, 5% *Syzigium jambos*, 5% Lauraceae sp., 1% *Guarea guidonea* y 77% hojarasca (Figura 14). En la sub parcela A2, no se encontró tanta variedad comparada con el resto de las parcelas. Sólo identificamos un 20 % de juveniles de *Guapira fragans* y el 80% restante era hojarasca (Figura 15). En la sub parcela A3, 7 % de la vegetación era una *Eugenia sp.*, 1% perteneció a *Casearia guianensis*, 2% uña de gato y el restante 90% era hojarasca (Figura 16). En la sub parcela A4, un 5% era uña de gato, 5% Lauraceae sp. y 90% era hojarasca (Figura 17).

En la sub parcela A5, 3% eran Helechos, 5% una *Eugenia sp.*, 1% *Randia aculeata*, 3% Bejuco y el 88% restante de la sub parcela era hojarasca (Figura 18). En la sub parcela A6, el cuadrante quedó ubicado totalmente sobre roca caliza. En esta área 2% de la vegetación encontrada era uña de gato, 15% era musgo, 2% *Guarea guidonea*, 1% *Randia aculeata* y 80% hojarasca (Figura 19). En la sub parcela A7, 1% de la vegetación encontrada era *Randia aculeata*, 1% *Eugenia sp.*, 5% *Casearia guianensis*, 30% herbáceas, y 63% hojarasca (Figura 20). En la sub-parcela A8, 2% de la vegetación identificada fue *Syzigium jambos*, 1% *Eugenia sp.*, 1% *Casearia guianensis*, 4% *Guarea guidonea*, 3% Lauraceae sp. y 1% bejuco. El resto de la parcela, un 88%, estaba cubierta de hojarasca (Figura 21). En la sub parcela A9, 3% de la vegetación encontrada era *Guarea guidonea*, 2 % *Inga vera*, 1% bejuco, 11% helechos, 25% era superficie de roca caliza y 58% era hojarasca (Figura 22). En la última sub parcela, A10, 2% era *Syzigium jambos*, 2% *Guapira fragans*, 1% *Eugenia sp.*, 3% *Xanthosoma sp.*, 5% Lauraceae sp., 2

% de superficie era de roca caliza y el restante de la sub parcela, 85%, era hojarasca (Figura 23).

Identificamos la especie *Guarea guidonea* en las sub parcelas: A1, A6, A8 y A9. La especie *Guapira fragans* fue encontrada en las sub parcelas A2 y A10. Esto indica que esta especie se está desarrollando en la parte inferior de nuestra parcela, más cercana al área del Río. La especie *Eugenia* mostró representación en 5 de las 10 sub parcelas analizadas: A3, A5, A7, A8 y A 10. Sin embargo, no fue la que más representación tuvo a nivel de % en cuanto a individuos. *Casearia guianensis* fue encontrada en las parcelas A3, A7 y A8. Identificamos especies de la familia de las Lauráceas en las sub parcelas A1, A4, A8 y A10. La especies *Randia aculeata* fue identificada solamente en dos parcelas próximas, A6 y A7. *Syzigium jambos* fue identificada en las sub parcelas A1, A8 y A10. Esta especie también reflejó su presencia en la parte inferior de la sub parcela más cercana al Río. La uña de gato fue una especie que encontramos de forma abundante en nuestro cuadrante en general. Esta especie nos dificultó un poco la toma de datos en las sub parcelas donde estaba presente y en abundancia ya que tiene unas espinas proyectadas en forma de anzuelo y es muy peligrosa si se adhiere a la piel. Específicamente, ésta se identificó en sub parcelas ubicadas en la parte superior derecha; A3, A4 y A6; y fuera de las sub parcelas, por toda la parte superior del cuadrante. *Xanthosoma* sp. fue identificada en las sub parcelas A1 y A10. Estas dos sub parcelas son las que ubicaban en la parte inferior derecha de nuestra parcela.

### **Parcela modificada Whittaker**

En las tablas se detallan los nombres comunes y científicos de las especies encontradas en la Parcela Modificada Whittaker, en general, y en los transectos, agrupadas por familia, número de individuos y origen. Éstos no consideran el sotobosque, cuyos resultados ya fueron mencionados. Los resultados mostrados a continuación son de las sub parcelas mayores así como de la parcela en general. En la PMW contabilizamos 164 árboles, en total, sin embargo, registramos 141. Estos son los árboles principales, tomando en consideración el tronco principal, sin contar los múltiples troncos que contabilizamos pertenecientes a este mismo árbol. De estos 141 árboles, 2 no pudieron ser identificados debido a que no conseguimos suficiente visibilidad para observarlo y no pudimos obtener ninguna hoja para su identificación efectiva. Las hojas de estos individuos estaban muy altas y las condiciones del clima no permitieron observar las características de las hojas más bajas. Por otro lado, los troncos de estos individuos mostraban características que comparten varias especies, por lo que no pudieron ser identificados, aunque tomamos su DAP y altura para efectos de proyección de datos y perfil del bosque. El resto de la parcela se distribuyó entre 139 árboles pertenecientes a 10 especies repartidas en 9 familias. En la PMW estuvo representada la familia Bignoniaceae, mostrando 49 individuos del género *Spathodea campanulata*. La familia Fabaceae fue también una de las más representadas con 31 individuos de la especie *Andira inermis*. La familia Meliaceae también estuvo representada con especies de *Guarea guidonea*. Esta especie fue la segunda en importancia, con 37 individuos.

### **Sub Parcelas B1 y B2 (2 metros x 5 metros)**

Las especies encontradas en la sub parcela B1 fueron identificadas como árbol 1, árbol 2 y árbol 3. Todas pertenecientes al mismo género y especie, *Casearia guianensis*. Con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 4 cm, 4 cm, 3 cm y alturas de 3.04 m, 3.65 m y 3.04 m, respectivamente (Tabla 3).

En la sub parcela B2 también se identificaron tres árboles. Estos fueron codificados como árbol 4, *Guarea guidonea*; árbol 5, *Eugenia monticola* y árbol 6. *Casearia guianensis*. Estas especies mostraron DAP de 2 cm, 1 cm, 2 cm y alturas de 1.82 m, 1.52 m y 3.65 m, respectivamente (Tabla 4). En esta sub parcela habían varios juveniles de *Guarea guidonea* en desarrollo y un alto por ciento de uña de gato.

### **Sub Parcela C (20 metros x 5 metros)**

En esta sub parcela se identificaron 33 árboles con DAP mayor o igual a cinco ( $\geq$  5) cm y menor ( $<$ ) que 10 cm. Sin embargo, en el área fueron marcados 21 individuos porque hubo árboles que contaban con varios troncos que salían del mismo árbol. Estos 33 troncos fueron contados para propósitos de área basal pero en términos de abundancia y dominio se contaron los 21 individuos. Estos fueron identificados con números del 7 al 39, comenzando por el Árbol 7- codificado como especie desconocida con un DAP de 6 cm y 4.57 m de altura. Árbol 8, *Andira inermis* con un DAP de 9 cm y una altura de 7.62 m. El árbol 9 fue identificado como un *Guarea guidonea* con un DAP de 9 cm y una altura de 7.62 m. El árbol 10, *Andira inermis* con un DAP de 5 cm y una altura de 3.65 m. El árbol 11, *Andira inermis* con un DAP de 5 cm y una altura de 3.04 m. El árbol 12, *Guarea guidonea* con un DAP de 5 cm y una altura de 4.87 m. El árbol 13, *Guarea*



*guidonea* con un DAP de 5 cm y una altura de 4.57 m. El árbol 14\*, *Andira inermis* con un DAP de 6 cm y una altura de 9.14m, el 15\*, *Andira inermis* con un DAP de 9cm y una altura de 9.14 m, el 16\*, *Andira inermis* con un DAP de 9cm y una altura de 9.14 m y el 17\*, *Andira inermis* con un DAP de 9cm y una altura de 9.14 m.

Estos árboles del 14 al 17 salían de un mismo tronco pero se contaron de forma individual para propósitos de área basal porque cumplían con las medidas de DAP requeridas. Para efectos de abundancia se consideró un solo individuo. Los árboles 18\*, 19\* y 20\* resultaron de la misma especie, *Guarea guidonea*, con la misma medida de DAP, 6cm y la misma altura, 5.48 m. El árbol 21\* también fue un *Guarea guidonea* con un DAP de 4 cm y un altura de 5.48m. Estos individuos del 18 al 21 salían de un mismo tronco y se contaron de forma individual para propósitos de área basal. Para efectos de abundancia se consideró un solo árbol. Del árbol 22\* al árbol 25\* todas las especies identificadas fueron *Guarea guidonea* con las siguientes medidas respectivamente: 6 cm de DAP, 6.09m; 5 cm de DAP, 6.09m de altura; 3 cm de DAP, 6.09m de altura y 3 cm de DAP, 6.09m de altura. Estos también salían todos de un mismo tronco y se contaron de forma individual para propósitos de área basal. Para efectos de abundancia se consideró un solo árbol.

El árbol 26 se identificó como un *Andira inermis* con un DAP de 5 cm y una altura de 4.57 m. El árbol 27, *Guarea guidonea* con un DAP de 5 cm y una altura de 3.96 m. El árbol 28\* y el 29\*, *Casearia sylvestris* con DAP de 8 cm y una altura de 8.22m, ambos. Estos dos árboles salían de un mismo tronco y se identificaron de forma individual para propósitos de área basal, para propósitos de abundancia solo se consideró

uno. El árbol 30, *Guarea guidonea* con un DAP de 5 cm y una altura de 4.57m. Árbol 31, *Andira inermis* con un DAP de 5 cm y una altura de 6.09 m. Árbol 32, *Guarea guidonea* con un DAP de 9.5 cm y una altura de 7.01 m. Árbol 33, *Andira inermis* con un DAP de 6 cm y una altura de 6.70 m. Los árboles 34\*, 35\* y 36\* fueron identificados como *Casearia guianensis* con las siguientes medidas respectivamente: 6cm de DAP y 4.57 m de altura; 5 cm de DAP y 4.57m de altura; 5cm DAP y 4.57m de altura. Estos árboles salían de un mismo tronco. El árbol 37, *Andira inermis* con un DAP de 8cm y una altura de 4.57m. El árbol 38, *Casearia guianensis* con un DAP de 6.2 cm y una altura de 9.44 m. y el Árbol 39, *Guarea guidonea* con un DAP de 9.5 cm y una altura de 9.14 m. (Tabla 5).

#### **Parcela D (20 metros x 50 metros)**

En esta parcela comenzamos a codificar los árboles con el #1 nuevamente hasta llegar a #125 que fueron las especies identificadas con un DAP > o igual a 10 cm. En esta parcela se identificaron 125 árboles; sin embargo, se marcaron 114 en el área porque también encontramos árboles que tenían varios troncos que salían desde un mismo árbol. Estos 125 árboles fueron contados para propósitos de área basal pero en términos de abundancia y dominio sólo consideramos los 114 marcados.

Los primeros tres árboles identificados, pertenecieron a la misma especie, *Guarea guidonea* con DAP de 10, 13 y 14 cm y alturas de 8.53, 8.53 y 7.62 m respectivamente. El cuarto árbol identificado fue un Tulipán Africano, *Spathodea campanulata*, con un DAP de 24 cm y 15.24 m de altura. El árbol codificado como 5 fue un Guaraguao, *Guarea guidonea*, con un DAP de 13 cm y una altura de 7.62 m. El árbol 6 era un

Espino Rubial, *Zanthoxylum martinicensis*, con un DAP de 11 cm y una altura de 9.14 m. El árbol 7 fue un *Spathodea campanulata*, con un DAP de 28 cm y una altura de 16.76 m. El árbol codificado como número 8 fue un *Guarea guidonea* con un DAP de 20 cm y 7.62 m de altura. El número 9 fue un *Spathodea campanulata* con un DAP de 23 cm y una altura de 12.19 m. Este árbol ubicaba exactamente al lado de una roca caliza.

El árbol número 10\* fue identificado como Corcho, *Guapira fragans* con un DAP de 18 cm y una altura de 9.14 m. El árbol 11\* también perteneció a esta misma especie con un DAP de 20 cm y una altura de 9.14 m. Estos dos árboles salían de un mismo tronco. El árbol codificado con el número 12\* fue un Moca, *Andira inermis*, con un DAP de 12 cm y una altura de 9.14 m. El árbol 13\* también fue un *Andira inermis* con un DAP de 13 cm y una altura de 9.14 m. Estos dos árboles también salían de un mismo tronco. El árbol 14 se identificó como un *Guarea guidonea* con un DAP de 19 cm y una altura de 6.09 m. El árbol codificado con el número 15 era un Laurel espada, *Ocotea floribunda* con un DAP de 16 cm y una altura de 9.14m. Los árboles 16 y 17 pertenecían al mismo género y especie, *Guarea guidonea*, con DAP de 19 y 13 cm y alturas de 6.09 m ambos.

Los individuos codificados con los números del 18 al 20 fueron identificados como *Spathodea campanulata*. Presentaron DAP de 23 cm, 40 cm y 24 cm y alturas de 10.66 m, 11.27 m y 15.24 m respectivamente. Los árboles 21\* y 22\* resultaron del mismo género y especie, *Guarea guidonea* con medidas de 13 cm de DAP y 4.57 m de altura y 11 cm de DAP y 4.57 m de altura. Estos dos árboles salían de un mismo tronco. El árbol 23\* y 24\* fueron identificados como *Andira inermis* con DAP de 16 cm y 24 cm

y una altura de 9.14 m ambos. Estos dos árboles salían de un mismo tronco. El árbol 25 era un *Guarea guidonea* con un DAP de 16 cm y una altura de 6.09 m. El árbol codificado como 26 no lo pudimos identificar y se nombró como especie desconocida con las siguientes medidas: 14 cm de DAP y 7.62 m de altura. Los árboles 27\* y 28\* se identificaron como *Guarea guidonea* con 11 cm de DAP y 4.57 m de altura ambos. Estos dos árboles también salían de un mismo tronco. Los árboles 29 y 30 eran dos *Spathodea campanulata* con DAP de 45 y 40 cm y alturas de 9.14 y 10.66 m respectivamente.

Los árboles 31\* y el 32\* se identificaron como *Andira inermis* con 15 cm de DAP y 6.09 m de altura ambos. Estos dos árboles salían de un mismo tronco. Los árboles codificados como 33 y 34 pertenecían al mismo género y especie, *Guarea guidonea*. Estos brindaron medidas de 14 y 13 cm de DAP y 6.09 y 6.40 m de altura respectivamente. Las especies 35\* y 36\* fueron identificadas como *Guarea guidonea* y mostraron los siguientes datos: 33 cm de DAP y 9.14 m y 28 cm de DAP y 9.14 m de altura. Estos dos árboles salían de un mismo tronco. El árbol 37 se identificó como un *Andira inermis* con un DAP de 13 cm y una altura de 6.09 m. Los árboles 38, 41 y 43 eran especies de Guaraguao, *Guarea guidonea* con medidas de DAP de 18, 13 y 14 cm. y alturas de 9.14, 4.57 y 6.09 m respectivamente. Los árboles codificados con los números 39, 40, 42, 44, 45 y 46 pertenecían al mismo género y especie: *Andira inermis*. Estos mostraron diámetros a la altura del pecho de 14 cm, 13 cm, 13 cm, 14 cm, 13 cm y 11 cm y alturas de 6.09 m, 4.57 m, 4.57 m, 9.14 m, 5.79 m y 5.18 m respectivamente.

Del árbol 47 al árbol 50 todos resultaron ser Palo blanco, *Casearia guianensis*. Los DAP de estas especies fueron de 10 cm, 12 cm, 11cm y 10 cm y las alturas fueron de

4.57 m para el árbol número 47 y 5.48 m para las tres especies restantes. Los árboles 51, 52 y 53 eran Tulipán Africano, *Spathodea campanulata*, con DAP de 44 cm, 34 cm y 37 cm y alturas de 12.19 m, 9.14 m y 7.62 m. Los árboles 54, 55 y 56 eran *Andira inermis* con DAP de 15 cm, 12 cm y 11 cm y una altura de 7.62 m para el primero y 6.06 m para el 55 y 56. El árbol codificado como 57 se identificó como un Corcho, *Guapira fragans*, con un DAP de 34 cm y una altura de 12.18 m. El número 58 era *Andira inermis* con 12 cm de DAP y 6.06 m de altura. El 59 se identificó como un *Spathodea campanulata* de 39 cm de DAP y 12.19 m de altura. El 60 fue un *Guarea guidonea* con un DAP de 21 cm y una altura de 6.09 m.

Las especies 61, 62 y 63 eran tres *Spathodea campanulata* de 41 cm, 11 cm y 17 cm de DAP y 13.10, 7.62 m y 7.62 m de altura. El árbol 64 era un *Guarea guidonea* de 17 cm de DAP y 4.57 m de altura. Del árbol 65 al árbol 68 todos fueron identificados como *Spathodea campanulata*. Estos mostraron las siguientes medidas: 40 cm de DAP y 12.19 m de altura; 22 cm de DAP y 9.14 m de altura; 20 cm de DAP y 10.66 m de altura y 45 cm de DAP y 15.24 m de altura en el mismo orden. El 69 fue identificado como *Guarea guidonea* con un DAP de 28 cm y 9.14 m de altura. El árbol 70 era un *Spathodea campanulata* de 30 cm de DAP y una altura de 9.14 m. El 71 se identificó como un *Guarea guidonea* de 30 cm de DAP y 9.14 m de altura. El árbol 72 era un *Andira inermis* de 20 cm de DAP y 7.62 m de altura. Los árboles 73 y 74 se identificaron como *Spathodea campanulata* con 26 cm y 30 cm de DAP y 9.14 m y 9.75 m de altura. Los árboles codificados como 75, 79, 82 y 84 se identificaron como *Andira inermis*. En

el mismo orden mencionados brindaron diámetros a la altura del pecho de 16 cm, 17 cm, 17 cm y 15 cm y alturas de 6.09 m, 10.66 m, 6.09 m y 9.14 m.

Las especies codificadas con los números 76, 77, 78, 80, 81, 83 y 86 fueron identificados como *Spathodea campanulata*. En el mismo orden mencionado, mostraron DAP de 36 cm, 32 cm, 30 cm, 30 cm, 25 cm, 34 cm y 18 cm y alturas de 10.66 m, 12.19 m, 11.58 m, 7.62 m, 7.62 m, 12.19 m y 9.14 m. La especie 85 era un Guaraguao, *Guarea guidonea*, con un DAP de 19 cm y 6.09 m de altura. Las especies 87, 88 y 89 fueron identificadas como *Spathodea campanulata* con las siguientes medidas respectivamente: 31.3 cm, 27.4 cm y 14.7 cm de DAP y 12.9 m, 15.24 m y 10.66 m de altura. El árbol 90 fue identificado como Ceboruquillo, *Thouinia striata*, de 10.2 cm de DAP y 7.62 de altura. El árbol 91 fue identificado como *Spathodea campanulata* con un DAP de 20.4 cm y un altura de 10.66 m. El árbol 92 fue identificado como un *Andira inermis* con un DAP de 16.5 cm y una altura de 13.71m. El árbol 93\* fue un *Casearia guianensis* con DAP de 13.2 cm y una altura de 7.62 m.

Los árboles 94, 95, 96, 97 y 98 fueron identificados como *Spathodea campanulata* con los siguientes datos respectivamente: 21.6 cm, 28.8 cm, 15 cm, 18.1cm y 24.4 cm de DAP y 12.19 m, 13.71 m, 9.14 m, 9.14 m y 15.24 m de altura. El árbol 99 fue identificado como Corcho, *Guapira fragans*, con 14.1 cm de DAP y 15.24 m de altura. El árbol 100 fue identificado como *Spathodea campanulata* con 21.4 cm de DAP y 15.24 m de altura. Los árboles 101\* y 102\* fueron identificados como *Zanthoxylum martinicense* con 22.8 cm y 14.9 cm de DAP y 18.28 m de altura ambos. Estos dos árboles salían de un mismo tronco pero se contaron de forma individual para propósitos

de área basal porque ambos cumplían con las medidas de DAP requeridas. Para propósitos de abundancia solo se consideró un árbol. El árbol 103 fue identificado como *Spathodea campanulata* con un DAP de 20 cm y una altura de 12.19 m. El árbol 104 fue identificado como *Guarea guidonea* con un DAP de 23.2 cm y una altura de 12.19 m. Los árboles 105 y 106 fueron identificados como *Spathodea campanulata* con medidas de 28.1 cm y 19.5 cm de DAP y 15.24 m y 12.19 m de altura. El árbol 107 fue identificado como *Andira inermis* con 14.3 cm de DAP y una altura de 6.09m. El árbol 108 fue identificado como *Casearia guianensis* de 19.9 cm de DAP y una altura de 6.09m. Los árboles 109 y 110 fueron identificados como *Guarea guidonea* con 10.4 cm y 12.3 cm de DAP y alturas de 7.62 y 6.09 m.

Los árboles 111 y 112 fueron identificados como *Spathodea campanulata* con medidas de 20.7 cm y 24.1 cm de DAP y 12.19 m y 15.24 m de altura. Los árboles 113\* y 114\* fueron identificados como *Guarea guidonea* con medidas de 12.4 cm y 10.6 cm de DAP y 10.66 m de altura ambos. Estos dos árboles son de un mismo tronco pero se consideraron individualmente para efectos del área basal por que cumplían con las medidas requeridas de DAP. Para propósitos de abundancia se considerará sólo uno. El árbol 115 fue identificado como *Spathodea campanulata* con 20.5 cm de DAP y 12.19 m de altura. El 116 fue identificado como *Andira inermis* con 14.8 cm de DAP y 7.62 m de altura. El árbol 117 fue identificado como *Guarea guidonea* de 17.1 cm de DAP y 6.09 m de altura. Los árboles 118\*, 119\* y 120\* fueron identificados como *Zanthoxylum martinicense* con 16.1 cm, 14.8 cm y 10.5 cm de DAP y 18.28 m de altura los tres. Estas medidas son de tres troncos de un solo árbol. Se consideraron los tres por separado para

propósitos de área basal porque cumplían con las medidas establecidas pero para propósitos de abundancia se consideró solo uno. El árbol 121 fue identificado como *Spathodea campanulata* con 22.2 cm de DAP y 15.24 m de altura. El árbol 122 fue identificado como *Andira inermis* con 10.2 cm de DAP y 9.14 m de altura. Los árboles 123, 124 y 125 fueron identificados como *Spathodea campanulata* con 22.4 cm, 12.1 cm y 10.4 cm de DAP y 15.24 m, 12.19 m y 6.09 m de altura respectivamente (Tabla 6).

### **Transectos**

Nuestro estudio incluyó dos transectos (Parker y Russ, 2004) de 50 m cada uno, ya que queríamos comparar las especies encontradas en un área de bosque secundario maduro, con las de la PMW y analizar la etapa del proceso de regeneración del bosque secundario joven.

#### **Primer Transecto de 50 m**

Durante el primer transecto realizado en el área empinada, se identificaron 36 individuos en total (Tabla 7). De éstos, hay especies con troncos múltiples. En estos casos se tomaron las medidas de todos los troncos de forma independiente para propósitos de área basal, valor de importancia, entre otros análisis. Para propósitos de abundancia de especies e individuos por familias, sólo se consideró el árbol principal que en las tablas de datos (Tabla 7) están marcados en negrillas y con un asterisco. Los individuos cuyos troncos pertenecían al mismo árbol también están marcados con asteriscos (\*) para diferenciarlos entre los demás datos.

En este primer transecto se identificaron seis individuos de Espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*, con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 4.1 cm, 14.8 cm,



17.8\* cm, 14.7\* cm, 16.8\* cm y 21.5\* cm. Las alturas de estos árboles fueron de 3.65 m, 13.71 m, 15.24\* m, 15.24\* m, 15.24\* m y 15.24\* m. De éstos, los últimos tres árboles identificados pertenecían a un mismo tronco. Identificamos 11 árboles de Palo blanco, *Casearia guianensis*, con las siguientes medidas de DAP y alturas respectivamente: 4.14\* cm, 3.65 m; 4.2\* cm, 3.65 m; 5.5 cm, 4.57 m; 3.5 cm, 3.65 m; 3.4 cm, 4.57 m; 6.5 cm, 7.62 m; 11.8\* cm, 9.14 m; 9.2\* cm, 9.14 m; 5\* cm, 9.14 m; 2 cm, 2.43 m y 4 cm, 4.57 m. De estas 11 especies, los primeros dos árboles pertenecían a un mismo tronco.

De igual forma, los árboles 7, 8 y 9 pertenecían también a un mismo tronco. Estas especies se consideraron como una sola para efectos de abundancia. Identificamos una especie de Caracolillo, *Homalium racemosum*, con un DAP de 6.6 cm y una altura de 6.09 m. Identificamos una especie de Moca, *Andira inermis*, con un DAP de 5 cm y una altura de 3.04 m. Identificamos 7 especies de Caimitillo, *Chrysophyllum bicolor*, con DAP de: 7\* cm, 6.1\* cm, 4.5\* cm y alturas de 4.57\* m, todos de un mismo tronco; 4 cm de DAP y 2.43 m de altura; 4.4\* cm y 2.4\* cm de DAP y 4.57\* m de altura para ambos, ambos de un mismo tronco; 4.4 cm de DAP y 6.09 m de altura. Identificamos una especie de Guama, *Inga laurina*, de 12.9 cm de DAP y 12.19 m de altura. Identificamos 6 especies de Guaraguao, *Guarea guidonia*. Las primeras dos especies de un mismo tronco con medidas de 2.5\* cm y 3.35\* cm de DAP y 4.57\* m de altura.

El resto de las especies, todos individuales, mostraron las siguientes medidas de DAP y altura respectivamente: 58.1 cm y 21.33 m; 7 cm y 6.09 m; 3.1cm y 4.57 m y 34.4 cm y 24.38 m. Identificamos una especie de Higuillo de limón, *Piper amalago*, con un DAP de 5.5 cm y una altura de 6.09 m. Identificamos una especie de Tulipán africano,

*Spathodea campanulata*, con un DAP de 9.2 cm y una altura de 7.62 m. Este individuo estaba en proceso de putrefacción pero aún tenía hojas y ramas con vida. La última especie identificada en este tramo de 50 m fue una Hoja menuda, *Myrcia splendens*, con un DAP de 2.1 cm y una altura de 3.04 m.

### **Segundo Transecto de 50 M**

En el segundo transecto, que llevamos a cabo a dos metros aproximadamente de la orilla del Río Caliente, se identificaron 58 individuos (Tabla 8). De éstos también hay especies cuyos troncos pertenecían al mismo árbol. En estos casos se tomaron las medidas de todos los troncos de forma independiente para propósitos de área basal y valor de importancia. Para propósitos de abundancia de especies e individuos por familias, sólo se consideró el árbol principal. Los individuos con estas características están marcados con asteriscos (\*) para diferenciarlos entre los datos.

En este tramo identificamos 6 individuos de Moca, *Andira inermis*, con las siguientes medidas: 14.9 cm de DAP, 13.71 m de altura; 5.6 cm de DAP, 7.62 m de altura; 13 cm de DAP, 12.19 m de altura; 11.5 cm de DAP, 12.19 m de altura; 12 cm de DAP, 12.19 m de altura y 7.4 cm de DAP, 6.09 m de altura.

Identificamos 11 individuos de Palo blanco, *Casearia guianensis*, con las siguientes medidas: 9.8\* cm, 7\* cm y 8.9\* cm de DAP y 7.62\* m de altura todas. Estas tres especies eran troncos que pertenecían a un mismo árbol. Las siguientes fueron de 12.1\* cm y 11.5\* de DAP; 10.66\* m de altura ambas. Estas dos especies pertenecían a un mismo tronco. Las siguientes especies resultaron de 10.4 cm de DAP, 9.14 m de altura; 16.2 cm de DAP, 7.62 m de altura; 8 cm de DAP, 7.62 m de altura; 9.6 cm de

DAP, 9.14 m de altura. Las últimas dos especies de *Andira inermis* identificadas eran de un mismo tronco con 8.1\* cm y 5.9\* cm de DAP y 7.62\* m de altura ambas.

Identificamos 3 individuos de Cafeillo, *Casearia sylvestris*. Las primeras dos especies pertenecían a un mismo tronco y fueron de 7.5\* cm y 8.8\* cm de DAP y una altura de 9.14\* m ambas. El otro individuo identificado fue de 3.2 cm de DAP y 3.65 m de altura. Identificamos 2 individuos de Caimitillo, *Chrysophyllum bicolor*, con las siguientes medidas: 9.1 cm de DAP, 7.62 m de altura y 2.5 cm de DAP, 3.04 m de altura.

Identificamos 4 individuos de Capa prieto, *Cordia alliodora*, con las siguientes medidas: 19.8 cm de DAP, 13.71 m de altura y 18.2 cm de DAP, 15.24 m de altura. Los últimos individuos identificados de esta especie pertenecían a un mismo tronco y mostraron las siguientes medidas: 18.2\* cm, 11.7\* cm de DAP y 16.76\* m de altura ambos. Identificamos 2 individuos de Birijí, *Eugenia monticola*, con las siguientes medidas: 20.6 cm de DAP, 10.66 m de altura y 9.2 cm de DAP, 10.66 m de altura.

Identificamos 2 individuos de Jagüey blanco, *Ficus citrifolia*, con las siguientes medidas: 6.8\* cm de DAP, 7.62\* m de altura y 13.4\* cm de DAP, 7.62\* m de altura. Estos dos individuos parecían a un mismo tronco. Identificamos 2 individuos de Guaragua, *Guarea guidonia*, con las siguientes medidas: 19.2 cm de DAP, 13.71 m de altura y 9.1 cm de DAP, 9.14 m de altura.

Identificamos 7 individuos de Caracolillo, *Homalium racemosum*. Las primeras dos especies identificadas pertenecían a un mismo tronco y mostraron las siguientes medidas: 7.2\* cm, 10.3\* cm de DAP y 7.62\* m de altura ambos. La tercera especie identificada fue de 5.6 cm de DAP y 7.62 m de altura. Los próximos dos individuos

pertenecían a un mismo tronco y mostraron medidas de 3\* cm, 3.5\* cm de DAP y 4.57\* m de altura ambos. La sexta especie identificada fue Caracolillo, *Homalium racemosum*, con 5 cm de DAP y una altura de 6.09 m. La última fue de 2.5 cm de DAP y 3.65 m de altura. Identificamos 1 individuo de Guama, *Inga laurina*, con las siguientes medidas: 3.5 cm de DAP y 4.57 m de altura.

Identificamos 2 individuos de *Myrcia splendens*, que pertenecían a un mismo tronco con medidas de 2.4\* y 3.5\* cm de DAP y 3.65\* m de altura ambos y otro individuo de 8.2 cm de DAP y una altura de 9.14 m. Identificamos 2 individuos de Guanabanilla, *Ouratea striata*, que parecían a un mismo tronco. Las medidas fueron las siguientes: 11.5\* y 16.8\* cm de DAP y una altura de 7.62\* m ambos. Identificamos 4 individuos de Palo amargo, *Rauvolfia nítida*. Tres que pertenecían a un mismo tronco con medidas de 3.3\* cm, 2.2\* cm y 2.5\* cm de DAP y una altura de 4.57\* m, todos. Y otro individuo de 4.6 cm de DAP y 6.09 m de altura. Identificamos 7 individuos de Gaeta, *Trichilia pallida*. El primer individuo fue de 8 cm de DAP y 9.14 m de altura. El segundo individuo fue de 8.7 cm de DAP y 9.14 m de altura. El tercer individuo de 3.2 cm de DAP y 4.57 m de altura. Los próximos tres individuos pertenecían a un solo tronco y mostraron 3.2\* cm, 3\* cm y 2\* cm de DAP y todos una altura de 4.57\* m. El último individuo identificado de esta especie fue de 7.6 cm de DAP y 9.14 m de altura. Finalmente identificamos 2 individuos de Espino rubial, *Zanthoxylum martinicense*, con las siguientes medidas: 15.4 cm de DAP, 12.19 m de altura y 39.5 cm de DAP, 24.38 m de altura.

## **Análisis de resultados**

Cuando hablamos de la composición de la estructura de un bosque se incluye análisis de dosel, arquitectura arbórea, distribución y tamaños de árboles, área basal y biomasa (Palace-Michael et al., 2008). En este estudio nosotros describimos y analizamos la estructura y composición de especies (Abelleira & Lugo 2008) del bosque húmedo secundario joven del Cañón Las Bocas en Barranquitas. La mayoría de las especies observadas en nuestra área de estudio fueron especies comunes en los bosques subtropicales de Puerto Rico. Las especies encontradas evidencian los patrones de uso de estos terrenos. Estos se caracterizaron por grandes siembras agrícolas, ganadería, generar carbón y leña, entre otros. Dentro de las siembras agrícolas, el café fue uno de los cultivos que predominó en la mayoría de los terrenos, en los que se utilizaron especies nativas para sombra donde mucha de estas especies encontraron un hábitat favorable (Francis et al., 1998). Las especies encontradas son especies que se relacionan tanto con siembras de tabaco, siembras de café al sol o para cosechar café de sombra como *Guarea guidonea*, *Zanthoxylum martinicense*, *Andira inermis*, *Inga vera*, entre otras, (Francis et al., 1998). También encontramos especies utilizadas para generar carbón y leña como *Syzygium jambos* (Francis, 1990/2000b), para maderas como *Zanthoxylum martinicense* (Francis, 1991/2000) y *Guarea guidonea* (Weaver, 1988/2000) y especies que en la mayoría de Puerto Rico han surgido después del abandono de suelos de usos agrícolas como *Spathodea campanulata* (Francis, 1990/2000a; Abelleira 2008). El bosque secundario presente en esta zona, como en la mayoría de la isla, muestra diferentes

niveles de madurez y de composición de especies (DRNA, 2006), y esto lo pudimos corroborar con los perfiles de diámetros y alturas reflejadas en nuestros resultados.

### **Sotobosque**

Andel et al. (2008) destacan que cuando se le está dando importancia (relevancia) a la transición de un bosque es importante que se preste atención en las especies nuevas que están surgiendo en el bosque y la importancia de éstas en su rol en el ecosistema como un todo. Las primeras sub parcelas analizadas, A1 hasta A 10, representan la composición del sotobosque y su análisis nos da idea de qué es lo que está surgiendo en el bosque a este nivel (Tabla 1).

Entre todas las sub parcelas analizadas encontramos poca presencia de regeneración y de gramíneas cobertores o yerbas. Esto se documentó ya que el porcentaje de hojarasca predominó en cada una de las sub parcelas. Estos datos nos confirman la presencia de la parcela en la zona de afloramiento calizo ya que en el estudio del Carso, DRNA (2009), reseñan que el sotobosque en los ecosistemas forestados del carso, o zonas de afloramiento, se mantiene bastante despejado de enredaderas y especies arbustivas invasoras dependiendo de cuan intervenido adversamente haya estado. Aún cuando no destacamos la regeneración de forma significativa, sí se puede documentar que el proceso de reciclaje interno y de materia en descomposición se está llevando a cabo en el bosque a nivel de suelos. En futuros trabajos se puede tomar en consideración estos datos y analizar muestras a nivel de humedad para considerar biomasa y otros tipos de estudios como el de Lugo & Abelleira (2008).

Entre todas las especies que encontramos en el sotobosque, a excepción de *Syzigium jambos* que mostró muy pocos juveniles, el resto de las especies encontradas eran nativas. Esto nos indica que el bosque a este nivel se está regenerando con especies nativas sin dar oportunidad a que especies exóticas se regeneren. Este dato puede explicarse desde otra perspectiva tomando en cuenta que esta zona se caracteriza por afloramiento de roca caliza y estas áreas de sotobosque suelen mantenerse despejadas de enredaderas y especies arbustivas invasoras (DRNA, 2009). Las especies encontradas en el sotobosque de nuestra parcela mostraron individuos pertenecientes a seis familias (Tabla 2). Entre estas familias botánicas se encuentran dos de las que Lugo et al. (2001) mencionan como las más representadas en las asociaciones vegetales del carso muy húmedo y en el húmedo o zonas de afloramiento de caliza: Leguminosae, Myrtaceae, Rubiaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae.

Una de las especies representadas en el sotobosque y fuera de las sub-parcelas, fue uña de gato. Algo que no debemos perder de vista en este nivel del bosque es el manejo de esta especie por lo que puede representar a nivel de adaptación de especies. Esta especie debe ser controlada o eliminada para que los juveniles nativos que están comenzando a surgir tengan menos competencia, como mencionan Laurence et al. (2001), por luz, humedad y nutrientes. Por otro lado, habrá que manejar las especies que representen competencia como bejucos y gramíneas ya que las especies nativas pueden comenzar a experimentar altas tasas de mortalidad mientras que si se mantienen con buen manejo, los árboles a este nivel, bajo condiciones óptimas, tendrán mayor acceso a espacio y luz y su crecimiento será efectivo. La aplicación de manejo para eliminar este

tipo de competencia por bejucos se conoce como mejoramiento de rodales *Timer Stand Improvement* (TSI por sus siglas en Inglés). Ésta es una técnica recomendada y utilizada en bosque tropicales y entendemos que puede ser aplicada en éstas y distintas áreas de bosque que estén enfrentando competencia por bejucos.

### **PMW y Transectos**

Un total de 141 individuos fueron identificados en la PMW (Tabla 9). Las especies identificadas junto al análisis de datos nos confirman el uso de estos suelos para la agricultura y su proceso de regeneración. Por ejemplo, Abelleira & Lugo (2008) mencionan que con el abandono de los cultivos del siglo pasado los terrenos pasaron a convertirse en terrenos utilizados para alimentar ganado y una variedad de bosques secundarios. Dentro de las especies más abundantes en la PMW, 20 m x 50 m, encontramos *Spathodea campanulata*, *Guarea guidonea*, *Andira inermis* y *Casearia guianensis*. Estas especies, según estudios anteriores, como el de Abelleira & Lugo (2008), Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las islas occidentales (2000), Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (2001) y Francis et al. (1998), son representativas de los bosques que actualmente se están regenerando en Puerto Rico.

Uno de éstos es el tipo de bosque dominado por *Spathodea campanulata*, una especie siempre verde, nativa de África tropical, introducida, que se dispersa con el viento (Abelleira & Lugo, 2008). Esta especie, intolerante a la sombra, fue la que dominó en nuestra parcela modificada. Es una especie pionera que fue introducida a Puerto Rico por su valor ornamental y hoy es considerada una especie invasiva de rápido



crecimiento (Abelleira & Lugo, 2008). Cabe destacar que la recuperación de bosques que vemos actualmente y que se documenta en el FIA se debe principalmente a esta especie que es la más común en nuestro paisaje forestal. Nuestros resultados indican que esta especie mostró dominancia en el dosel alto de la parcela, sin embargo no mostró presencia de individuos en el sotobosque. Lo que nos indica que en este bosque están comenzando a surgir y dominar especies nativas como *Guarea guidonea* y *Andira inermis*. Aide et al. (2000) y Abelleira & Lugo (2008), resaltan que rodales de *S. campanulata* en zonas cársticas y de material parental volcánico son reemplazadas por especies nativas después de los 40 años. Esto es lo que estamos observando en nuestra área de estudio, confirmando así lo que menciona Francis (1990/2000a) donde casi siempre los rodales de *S. campanulata* son reemplazados por especies secundarias con mayor tolerancia a la sombra. Pudiéramos interpretar, que se pudiera estar dando este patrón de sucesión forestal de reemplazo de especies invasivas por especies nativas ya que observamos especies nativas en el sotobosque, en el nivel inferior y en el intermedio y por ende el bosque debe estar entre los 30 a 40 años de edad.

En la medida en que los bosques en Puerto Rico van adquiriendo edad y acumulan área basal su dosel se va haciendo más cerrado y las diversidad de árboles así como el número de especies nativas, aumentan (Chinea & Helmer, 2003; Lugo & Helmer, 2004; Helmer, 2004). Las especies nativas que mostraron dominancia y mayor densidad en nuestros resultados fueron *Guarea guidonea*, *Andira inermis*, *Zanthoxylum martinicense* y *Casearia guianensis* (Tabla 10). La primera de estas especies, *Guarea guidonea*, segunda en valor de importancia después de *S. campanulata*, es una de las especie de

árbol más comunes en Puerto Rico en bosques secundarios y se destacó y destaca por su uso como sombra en cafetales y representa usualmente la segunda especie más común en Puerto Rico (Weaver, 1988/2000). Usualmente se encuentra asociada con especies como *Andira inermis* e *Inga sp.* Esta especie se caracteriza también por alcanzar la parte superior del dosel en sitios favorables, pero no es un árbol dominante en los bosques de Puerto Rico (Weaver, 1988/2000). Esta especie parece estar adaptado a ciertos grados de sombra en la etapa de plántula y como un árbol de sotobosque. Dado su valor como madera para ebanistería se solía y suele entresacar para mejorar su potencial para su crecimiento. En Puerto Rico esta especie fue una fuente importante de madera apreciada para la construcción de carretas muy resistentes e implementos agrícolas (Weaver, 1988/2000).

Otra de las especies que mostró dominancia fue *Andira inermis*. Esta se destaca también por producir una madera de alta calidad para la ebanistería y se conoce que este árbol ha sido usado como sombra de cafetales. Esta especie es un componente común de la mayoría de los bosques secundarios considerándose como cuarta en el área basal total (Weaver, 1989/2000). Usualmente se encuentra asociada a especies como *Inga vera*, *Guarea guidonea*, *Cecropia schreberiana*, como lo muestran también nuestros datos. Es moderadamente tolerante a la sombra. Requiere de sombra para su germinación y aunque es tolerante a la sombra durante su crecimiento, se desarrolla mejor en claros en el dosel forestal. Dado su valor como especie maderera se sugirieron en el pasado los entresacados como una manera de mejorar su crecimiento potencial y el de otras especies madereras encontradas en cafetales abandonados (Weaver, 1989/2000).

*Zanthoxylum martinicense* es un árbol de tamaño mediano de bosques secundarios húmedos. Es intolerante a la sombra (Francis, 1991/2000) y no puede sobrevivir por mucho tiempo en una posición suprimida de copa. En competencia con especies más altas y de crecimiento más rápido ocupa usualmente una posición de copa co-dominante o intermedia en el dosel y así también lo muestra los resultados (Figura 24) en nuestra PMW. Esta especie está adaptada a los bosques secundarios y es común en tierras agrícolas abandonadas, como sombra en cafetales descuidados (Francis, 1991/2000) y bosques abandonados. Esta especie es más común en suelos arcillosos (Francis, 1991/2000), incluyendo aquellos derivados de piedra caliza que tienden a ser poco profundos. En Puerto Rico, en bosques asociados a piedra caliza, el espino rubial fue una de las especies co-dominante, además de estar asociado *Inga laurina* y *Guarea guidonea* (Francis, 1991/2000) en otros bosques secundarios.

El análisis de datos fue realizado con parámetros como densidad, dominancia, estimación de cobertura e índice de valor de importancia por especie (IVI). En nuestro estudio utilizamos la densidad y el área basal de las especies para poder describir la estructura forestal (Valencia et al., 2004). Definimos densidad como la especie que está ocupando más espacio (a nivel de dosel), proporcionando el número de individuos por unidad de superficie definida (Fierro, s.f.). La dominancia nos indica el espacio del terreno ocupado actualmente por una especie mientras que la estimación de cobertura reflejará la extensión de la parte aérea de la vegetación (Ferro, s.f.).

Para evaluar y describir la estructura horizontal del bosque se ordenaron los diámetros de los árboles en clases diamétricas a distintos intervalos (Cayola, Fuentes &

Jorgensen, 2005) para analizar dominancia y densidad. Nuestros análisis muestran en la estructura horizontal la típica (J) invertida de los bosques tropicales jóvenes al acumular numerosos individuos en clases dimétricas menores y muy pocos individuos en clases dimétricas superiores (Cayola, Fuentes & Jorgensen, 2005). Aunque estos datos nos pueden dar a entender que esta área representa un bosque joven, Helmer et al. (2008) mencionan que en Puerto Rico la relación entre el desarrollo del dosel y la edad del bosque no es uniforme en nuestros ecosistemas. Estas especies están distribuidas entre .5 y 22.75 cm de DAP. Las clases dimétricas y altura promedio superiores mostraron muy pocos individuos entre 22 y 45 cm de DAP. Estas especies reflejadas en las clases dimétricas superiores muestran buena adaptación del lugar. Entre éstas, si observamos las figuras 25 y 26, podemos inferir que desde un inicio en estos terrenos se ha estado desarrollando un tipo de bosque de barbecho dominado por especies pioneras y de rápido crecimiento (Abelleira & Lugo, 2008) como *Spathodea campanulata*. Esta especie mostró mayor altura, mayor DAP y mayor índice de valor de importancia. Encontramos aquí también a *Zanthoxylum martinicense* como especie bien adaptada.

Respecto a las especies de menor diámetro, observamos acumulación de éstas en unas mismas áreas (Figura 27). Esto refleja mucha competencia por lo que una práctica de manejo a considerar es la de crear aberturas en el dosel mediante la liberación o eliminación de especie para permitir que las especies deseadas alcancen el dosel del bosque. Para este proceso se recomienda establecer alguna estrategia silvicultural como la liberación, D + d. Como práctica silvicultural, la liberación se define como la eliminación de la competencia de árboles mayores para favorecer árboles inmaduros que

no están recibiendo una entrada luz significativa lo que reduce su patrón de crecimiento (Huthinson & Wadsworth, s.f.). Esto significa que alrededor de cada árbol selecto se evaluarán los árboles que reduzcan la entrada de luz para considerar su corte o eliminación por medio del proceso de anillamiento (Huthinson y Wadsworth, s.f.). Estos competidores serán: a) árboles cuya copa cubra parcial o completamente la copa del árbol selecto, b) otros árboles tan altos como el árbol selecto pero más cerca de lo recomendable, c) todos los árboles a menos de 2 metro de distancia. El efecto inmediato de la liberación será la entrada de luz a los árboles selectos y la reducción del número de árboles por hectárea por lo que se reducirá el área basal por especie. Esta práctica del D + d debe ser sólo una guía. La determinación final será en el campo, por lo que se debe ser conservador y no aplicarla en pendientes de más de 50%.

Las especies a liberar pueden identificarse mediante los porcentajes en área basal y volumen ya que éstos reflejan el tamaño de los competidores (Huthinson & Wadsworth s.f.). Lo antes mencionado se basa en datos recopilados. Sin embargo, ninguna de estas prácticas debe llevarse a cabo sin antes hacer una evaluación real en el área forestal bajo estudio. En el proceso de implementar prácticas silviculturales debemos tomar en cuenta que un factor que permite la regeneración de especies introducidas es el viento. Episodios como tormentas y huracanes continúan abriendo los doseles y permiten el crecimiento rápido de especies oportunistas en los claros producidos (Lugo, 2008). Estos terrenos deben ser monitoreados luego de episodios o eventos naturales, para evaluar las zonas donde hubo más impactos ecológicos y poder controlar la invasión de especies exóticas que aprovechan estas oportunidades para establecerse. Nuestros bosques se ven

impactados, casi anualmente, por el efecto de disturbios naturales por lo que continuamente la estructura y composición, naturalmente se ve alterada.

En el momento en el que se comience a reducir la densidad de especies, las especies que quedan liberadas comienzan a aprovechar la luz y el espacio y crean mejor adaptación. Esto es lo que queremos para las especies que se encuentran en el nivel intermedio de nuestra parcela que son nuestras especies nativas propias del bosque, eliminando sus competidores más dominantes como *Spathodea campanulata*.

Respecto a *S. campanulata*, al momento de manejar esta especie hay que tener en cuenta que la misma es difícil de eliminar. Eliminarlo matándolo directamente no es recomendable porque puede ser contraproducente. Esto se debe a que cuando se intenta matar el árbol crea estrés y comienza a echar semillas que eventualmente pueden regenerarse. Es mejor permitir, con un proceso de monitoreo, que la especie muera. Esta especie es una de corta vida y eventualmente es desplazada por especies nativas. Cuando el bosque este alcanzando su madurez ya debe haber sido remplazada. El manejo de esta especie debe estar enfocado en los claros que puedan ocurrir en el bosque a causa de la liberación de especies, de árboles caídos, o perturbaciones naturales o antropogénicas, ya que ella aprovecha los claros para regenerarse. El desplazamiento o eliminación de ésta y otras especies no deseadas permitirá, mayor disponibilidad de luz, disminución de la humedad relativa e incremento de la temperatura del suelo (por actividad microbiana) y mayor disponibilidad de nutrientes (Fredericksen, Contreras & Pariona, 2001).

En cuanto a las especies nativas de mayor diámetro en nuestra parcela, como *Zanthoxylum martinicense*, podemos utilizarla como dosel protector para especies nativas

en regeneración que requieren sombra. Por otro lado, se deben crear espacios alrededor de la propia especie para que ésta cree su propia regeneración debajo de su propio dosel a través de plántulas. Estas especies las podemos manejar a través de selección de sistemas de aprovechamiento. En el trópico se utilizan tres de éstos sistemas: la tala rasa, selección de árboles que han alcanzado un diámetro determinado y tiene un mercado específico (comercial) y la corta bajo dosel protector (Fredericksen, Contreras & Pariona 2001). Esta última es la aplicaríamos en nuestra área de estudio de bosque joven ya que estas especies que se están estableciendo son especies que requieren de sombra parcial o indirecta para una mejor adaptación y regeneración.

Sin bien los árboles de mayor diámetro (Figuras 28 y 29) y altura (Figuras 30 y 31) identificados en los transectos en las áreas de bosque maduro pueden ofrecer una abundancia de semillas, la producción de éstas no es necesariamente mucho mayor que la producción de semillas de árboles de menor tamaño (Fredericksen, 2003). Este es el caso que representa la especie *Guarea guidonea*, quien también estuvo presente en nuestra parcela aunque no encontramos individuos con diámetros mayores como las encontradas en los transectos. Sin embargo, pudimos observar un sin número de plántulas a nivel de sotobosque. Esto puede significar que esta especie fue una de las más impactadas en este bosque en usos pasados y debe estar aún en un proceso de adaptación. Sin embargo, en el bosque maduro ésta fue una de las especies con mayor diámetro, 58 cm DAP, lo que demuestra buena adaptación en el área (Tabla 11). Estas especies se pueden utilizar como árboles semilleros de los cuales se pueden obtener plántulas para llevar a cabo

siembra de enriquecimiento en el área de bosque joven y en otras áreas deforestadas en el Cañón Las Bocas.

Otra de las especies presentes en nuestra parcela, aunque no mostró significancia, fue *Ocotea floribunda*. Esta especie ha sido reportada en trabajos anteriores como una especie propia de esta zona. En el estudio The flora of Cañón de San Cristóbal, Puerto Rico, de Francis et al. (1998), mencionan *Ocotea floribunda* como una de las especies de mayor importancia para la zona. Dicha especie es recomendada para la reforestación de estas zonas con especies nativas. Por lo que se debe hacer un buen manejo para la regeneración de la misma.

En cuanto a la estructura vertical, observamos que no hay un perfil definido; lo que demuestra que el bosque se encuentra en recuperación. El perfil de las especies de la PMW lo analizamos mediante la distribución de 10 clases de altura (Figura 32). Basado en nuestras gráficas observamos un menor número de especies en el dosel superior del bosque entre las alturas de 13.40 a 15.10 metros y de 16.80 a 18.5 metros. Por otro lado, observamos la mayor cantidad de árboles distribuidos entre las clases de 4.90 a 13.40 metros de altura, ubicados en el nivel intermedio del bosque. En el nivel inferior del bosque encontramos aproximadamente 28 especies suprimidas. Estos datos nos indican que en el pasado hubo especies que fueron entresacadas para el aprovechamiento de las mismas y otras, de la misma especie, fueron dejadas posiblemente para sombra, asegurar la especie, árbol no deseado o para regeneración de plántulas.

Entre las especies que dominaron el perfil de altura encontramos *Guapira fragans*, especie nativa, *S. campanutala*, especie exótica y *Zanthoxylum martinicense*, especie



nativa. Por otro lado, el mayor número de especies que se encontró en el nivel intermedio del bosque son todas especies nativas como *Andira inermis*, *Casearea silvestris* y *Guarea guidonea*. El manejo de esta parcela, a base de estos datos, debe estar enfocado en crear espacios en el dosel superior de forma selectiva para que estas especies que están en el nivel intermedio aceleren su crecimiento y dominen el perfil.

En cuanto a la riqueza de especies, mientras que en nuestra parcela encontramos 9 especies nativas y 1 exótica dominando el bosque joven (Tabla 9), en los transectos realizados encontramos 16 especies nativas dominando el bosque maduro y 1 especie exótica con un individuo casi desplazado (Tablas 13 y 14). Entre éstas, las que demostraron mayor índice de valor de importancia en estos transectos fueron *Guarea guidonea*, *Inga laurina*, *Zanthoxylum martinicense*, *Cordia alliodora*, *Eugenia monticola*, *Casearea guianensis*, *Chrysophyllum bicolor*, *Andira inermis*, *Homalium racemosum* y *Trichilia pallida*.

En esta área de bosque maduro encontramos varias especies propias del lugar que no encontramos en la parcela, por lo que nuestra intención de manejo debe estar dirigida a utilizar los árboles bien adaptados como árboles semilleros y hacer bancos de siembra de estas especies en el bosque secundario joven donde estas especies muestran una baja densidad o presencia.

Sin embargo, la parcela también muestra una gran cantidad de especies nativas que van dominando el dosel como *Guarea guidonea*, *Casearia guianensis*, *Eugenia monticola*. Estas son las especies para quien queremos manejar el área y que dominen pues son las que originalmente dominaban el bosque. Esta mezcla de especies que hemos

encontrados muestran que el bosque está en un proceso de regeneración mixta entre especies nativas, como las que se mencionan en la Tabla 5, y especies exóticas o introducidas como *S. campanulata* (Abelleira & Lugo, 2008). Pudimos observar a lo largo del estudio los distintos niveles de sucesión ecológica que presenta el bosque. Aunque en esta área pudimos colocar solo una parcela, las especies que se observaron a lo largo de las caminatas hacia el área de estudio mostraban especies similares a las estudiadas.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mezcla de especies de árboles encontradas en los bosques secundarios de Puerto Rico en los inventarios previos, reflejaba claramente los usos anteriores de los terrenos y la edad relativamente joven de esos bosques (Simons et al., 2006). El Cañón Las Bocas localizado en el centro de Puerto Rico atravesó varios procesos de uso de suelos. Entre ellos, para uso agrícola y maderero. Estas prácticas se conservaron por cincuenta años consecutivos. La composición forestal de estos terrenos se perdió casi en su totalidad y esto lo podemos evidenciar con las fotos aéreas que datan del 1964 al 1979 (Apéndice 1). Considerando el gran cambio en la cobertura de suelos, entendemos que los resultados representan el cambio en cobertura de suelos de estos terrenos (Helmer et al., 2008). Luego de haber analizado los datos de nuestra parcela, pudimos observar que al igual que en los estudios de China (2002), China & Helmer (2003), Lugo & Helmer (2004), Helmer (2004), Helmer et al. (2008), las especies naturalizadas y las exóticas son las que prácticamente comenzaron a dominar la recuperación del bosque. Sin embargo, en nuestra área de estudio, observamos que las especies nativas han comenzado a desplazar las especies exóticas.

El que nuestra parcela haya quedado ubicada en zona de afloramiento de roca caliza, se entiende que puede variar la composición de especies con el tiempo, ofreciendo mejor oportunidad a especies adaptadas a este tipo de sustrato. Sin embargo, habrá que analizar si el afloramiento o los afloramientos cubren mucha área del Cañón Las Bocas, para ver si esto puede ser un factor que altere el paisaje de especies forestales que

dominen el área en el futuro. En estos momentos, en que la mayoría de los terrenos están en recuperación por los usos de terrenos y los cortes de árboles, la dinámica de vegetación se ve más afectada por los remanentes de árboles y la intensidad de cortes que sufrieron la mayoría de las áreas. Por tal razón, en estos momentos en que la mayoría de los bosques del Cañón Las Bocas están en recuperación (Apéndice 3) no se debe observar un patrón de adaptación por las características geológicas que puede causar el afloramiento de roca caliza.

Después de haber analizados los datos en nuestra parcela modificada Whittaker y de haberlos comparado con los transectos llevados a cabo en el área de bosque maduro, entendemos que, como bien menciona Abelleira & Lugo (2008), la edad juega un rol en el desarrollo de la composición y estructura de bosques. Actualmente, las edades de los bosques que se están regenerando en el Cañón Las Bocas fluctúan, en su mayoría, entre 1 y 50 años de edad (Apéndice 3). Por esta razón, en la región donde permanecen parchos remanentes de bosque maduro, es necesario un manejo intenso (Laurence et al., 2001); para utilizar estas áreas como proveedores de plántulas de las especies que queremos que dominen las áreas de bosque joven del Cañón Las Bocas.

La importancia de manejar estas áreas radica en desarrollar un bosque maduro y con especies propias de este tipo de zona que protejan las pendientes que caracterizan el lugar y que tenga el potencial de resistir los disturbios naturales. Tomando en cuenta que en esta zona hay una planta de filtración de la AAA, cabe destacar que un bosque de mejor composición de especies debe provocar un mayor rendimiento en la producción de agua. Esto impactará de forma positiva y conveniente las comunidades y zonas que se ven

beneficiadas del recurso agua y de la planta. Por otro lado, el mejoramiento de esta zona debe ayudar también a que el área aumente sus atractivos recreativos, pues las actividades de manejo con las especies identificadas pueden aumentar los usos y calidad de la biodiversidad del lugar. En este caso las familias de vegetación identificadas en la regeneración del sotobosque, como las Myrtaceas, debe ser tomada en consideración para propagación por su importancia como alimento para vida silvestre. El manejo y mejoramiento de estas áreas también puede promover zonas para visitar o para no visitar por su valor ecológico o por ser sensitivos (pendientes, poca regeneración, áreas de drenajes, suelos más susceptibles) entre otras características propias del lugar.

Basado en lo antes mencionado concluimos que:

- a. El área estudiada de bosque joven mostró menor diversidad de especies comparado con los transectos realizados en el área de bosque maduro por lo que el manejo debe estar dirigido a aumentar la diversidad de especies con especies propias del lugar.
- b. En las áreas de bosque joven debemos llevar a cabo siembras de enriquecimiento y hacer eliminación de especies específicas para permitir la aceleración de las especies de interés.
- c. Integrar especies nativas donde hay pocos individuos en regeneración. Para ello se puede utilizar la información de los transectos, para identificar un listado de los nativos con mejor condición que deben considerarse en estrategias de reforestación y/o enriquecimiento. Con este fin, se pueden desarrollar estrategias de bosques semilleros donde las listas de especies de

los transectos deben ser consideradas ya que presentan las especies nativas que actualmente reflejan alturas y DAP mayores (Figura 33,34 y 35).

- d. La selección de estos árboles debe considerar la topografía y la cubierta del sotobosque para reducir el uso de árboles en lugares de topografía por encima del 20% de pendiente.
- e. Las especies nativas que encontramos en la PWM pueden ser la guía para seleccionar especies a mejorar o modificar el bosque por medio de manejo de especies. Se debe incentivar el ensayo de tratamientos silviculturales, como los antes mencionados, de bajo costo y la adopción de dichos tratamientos o variaciones de éstos que funcionen debidamente (Fredericksen, 2003) de acuerdo a las finalidades que se pretendan dentro de lo que implica un desarrollo sustentable.
- f. Ningunos de estos tratamientos deberá aplicarse en gran escala sin ensayarse previamente en menor escala y adaptarse a las condiciones del lugar (Fredericksen, 2003).
- g. Los encargados del manejo de estas áreas deberán tratar de entender mejor las características ecológicas de las especies de árboles presentes y usar resultados de investigaciones para aumentar su regeneración y tasas de crecimiento (Fredericksen, 2003) y llevar el bosque a un estado cercano al bosque primario con especies propias del lugar.
- h. La Parcela Modificada Whittaker constituye un instrumento de monitoreo importante para medir cambios ocurridos en el bosque por los próximos años

y usar como base en otros trabajos de bosque húmedos en áreas tropicales. Esta metodología puede ser útil para otras zonas en Puerto Rico con bosques secundarios en recuperación ya que nos permite identificar cuáles son las especies que están llegando en un bosque en recuperación y nos permite evaluar si estas especies son propias de la zona de vida bajo estudio. De no ser propias de esa zona de vida, entonces lleva a considerar la necesidad de prácticas de manejo más agresivas incluyendo siembras. De haber especies propias de la zona, se pueden aplicar los sistemas de liberación y entresaque considerando guías como el sistema D + d.

- i. El gobierno de Puerto Rico en conjunto a las Agencias que trabajan con el manejo de los recursos naturales, las comunidades cercanas a los terrenos del Cañón Las Bocas, como Barranquitas y Comerío, junto a la Academia y a la comunidad científica, deben crear lazos de trabajos donde se sigan aunando esfuerzos para lograr la designación de este recurso.
- j. La Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de Barranquitas, como Institución Académica Acreditada, debe hacer acuerdos colaborativos con estudiantes de distintas áreas que lleven a cabo prácticas y trabajos de perfil científico para que los estudiantes se beneficien de la experiencia y sean colaboradores en los procesos de levantamiento de data en los terrenos del Cañón Las Bocas.

- k. El conocimiento de la estructura forestal de los bosques tropicales es vital para la estimación de la cantidad de carbón secuestrado, la distribución de la fauna y sus hábitats, la interacción entre la biósfera y la atmósfera, entre otros (Palace-Michael et al., 2008). Este estudio puede ser utilizado para trabajos relacionados con el proceso de secuestro de carbono.
- l. Para recuperar la estructura forestal de estos bosques es necesario el control de cabros y cerdos, ya que éstos afectarán las futuras siembras de enriquecimiento que se pretenden llevar a cabo en las áreas (Calzon, Coirin & Ortin, 2008). Estos animales alteran los procesos naturales en la vegetación tales como la germinación de semillas y el posterior desarrollo de las plantas y árboles (Dominguez 1989b).

Finalmente, basado en el análisis y comparación de estas áreas de bosque, en la revisión de literatura que sustenta este trabajo y la relevancia del manejo sustentable de nuestros recursos naturales, entendemos que el Cañón Las Bocas es un recurso indispensable que debe ser protegido por los servicios ambientales que presta como protección de cuenca, regulación de clima, biodiversidad de especie, entre otros. Este recurso, tal vez, no puede ser medido económicamente, sin embargo, constituye un patrimonio invaluable.

### **Limitaciones del estudio**

1. Es notable que las formas de la tierra o de los suelos juegan un papel muy importante en la definición de los procesos de los paisajes (Martnuzzi et al.,



2007) y en los procesos de recuperación de bosques. Por el tiempo limitado, no pudimos hacer este tipo de análisis de estudio de pendientes y ángulos para establecer otro tipo de parcelas tomado en consideración otros aspectos. Entendemos que existe la necesidad de aumentar el muestreo en otras zonas para tener un panorama de manejo más completo de toda el área ya que hay varios tipos de suelos y éstos, así como las zonas de pendientes, pueden afectar los tipos de bosques que estén en recuperación y los usos de suelos que son variados en todo el paisaje del área.

2. No pudimos desarrollar más de una PMW por el costo, por el tiempo del estudio y por el recurso humano necesario para desarrollar las mismas.
3. El acceso a los terrenos del Cañón Las Bocas dependía de terceras personas y de los empleados de la Planta de Filtración. Por lo que dependíamos de vistas coordinadas y nos tomó relativamente mucho tiempo poder recolectar los datos necesarios.
4. Los terrenos donde ubicaba el área de Bosque maduro presentaron unas pendientes pronunciadas y tuvimos que modificar la metodología de Transectos.
5. En una de las visitas las condiciones climáticas nos dificultó la identificación de algunas especies.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abelleira, O., & Lugo, A. E. (2008). Post sugar cane succession in moist alluvial sites in Puerto Rico (Chapter 3). En Myster, R. W. (Ed), *Post-Agricultural Succession in the Neotropics* (pp. 73-91). Springer.
- Acosta, C. R. T., Vélez, M. J., & Woodbury, R. (1973). *Estudio ecológico e inventario del Cañón de San Cristóbal de Aibonito y Barranquitas, Puerto Rico*. Río Piedras, PR: Universidad de Puerto Rico.
- Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Pascarella, J. B., Rivera, L., & Marcano-Vega, H. (2000). Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: Implications for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 8(4), 328-338.
- Aukema, J. E., Carlo, T. A., & Collazo, J. A. (2007). Landscape assessment of tree communities in the northern karst region of Puerto Rico. *Plant Ecol*, 189, 101-115. doi:10.1007/s11258-006-9169-5
- Baker, P. J., Bunyavejchewin, S., Oliver, C. D., & Ahton, P. S. (2005). Disturbance history and historical stand dynamics of a seasonal tropical forest in Western Thailand. *Ecological Monographs*, 75(3), 317-343.
- Barnett, D. T., & Stohlgren, T. J. (2003). A nested-intensity design for surveying plant diversity. *Biodiversity and Conservation*, 12, 255-278.
- Boose, E. R., Serrano, M. I., & Foster, D. R. (2004). Landscape and regional impacts of hurricanes in Puerto Rico. *Ecological Monographs*, 74(2), 335-352.
- Bradbury, R. B., & Kirby, W. B. (2006). Farmland birds and resources protection in the UK: Cross-cutting solutions for multi-functional farming? *Biological Conservation*, 116(29), 530-542. doi:10.1016/j.biocon.2005.11.020
- Brandeis, T. J. (2003). Puerto Rico's forest inventory: Adapting the forest inventory and analysis program to a caribbean island. *Journal of Forestry*, 101(1), 8-13.
- Brandeis, T. J., Helmer, E. H., & Oswald, S. N. (2007). *El estado de los bosques de Puerto Rico, 2003* (C. Díaz, traductora). Asheville, NC: USDA Forest Service.
- Brown, K. A., Scatena, F. N., & Gurevitch, J. (2006). Effects of an invasive tree on community structure and diversity in a Tropical Forest in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 226, 145-152. doi:10.1016-j.foreco.2006.01.031

- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., ... Udvardi, S. (2002). Modified whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76, 19-41.
- Campbell, P., Rivera, P., Thomas, D., Bourobou-Bourobou, H., Nzabi, T., Alonso, A., & Dallmeier, F. (s. f.) Floristic structure, composition and diversity of an Equatorial forest in Gabon. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 12, 253-274.
- Cayola, L., Fuentes, A., & Jorgensen, P. M. (2005). Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, área natural de manejo integrado Madidi, La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 40(3), 396-417.
- China, J. D., & Helmer, E. H. (2003). Diversity and composition of tropical secondary forests recovering from large-scale clearing: results from the 1990 inventory in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 180, 227-240. pii: s0378-1127(02)00565-0
- Colón, S. M., & Lugo, A. E. (2006). Recovery of a subtropical dry forest after abandonment of different land uses. *BIOTROPICA*, 38(3), 354-364. doi: 10.1111/j.1744-7429.2006.00159.x
- Comiskey, J., Dallmeier, F., & Mistry, S. (2000). Vegetation sampling protocols for the Selva Maya (Draft). *Smithsonian Institution Monitoring and Assessment of Biodiversity Program*, 1-7.
- Comité Pro Reserva Natural Cañón Las Bocas (2009). Documento informativo. Recuperado de [www.canonlasbocas.com](http://www.canonlasbocas.com)
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Estado Libre Asociado de Puerto Rico (2009). *Declaración de impacto ambiental estratégica: Estudio del Carso*. San Juan: Autor.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Negociado de Servicio Forestal, División de Investigación Forestal. (2006). *Inventario de Flora en el Corredor Ecológico de San Juan, San Juan, Puerto Rico*. San Juan: Autor.
- Domínguez-Cristóbal, C. M. (2006). Presencia del café (*Coffea arabica*) en el acontecer histórico de Puerto Rico. *Acta Científica*, 20(1-3), 43-46.
- Domínguez-Cristóbal, C. M. (1989a). La situación forestal pre-hispánica de Puerto Rico. *Acta Científica*, 3(2-3), 63-66.

- Domínguez-Cristóbal, C. M. (1989b). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XVI. *Acta Científica*, 3(2-3), 67-70.
- Domínguez-Cristóbal, C. M. (1989c). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XVII. *Acta Científica*, 3(2-3), 71-72.
- Domínguez-Cristóbal, C. M. (1989d). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XIX. *Acta Científica*, 3(1), 24-25.
- Ewel, J. J., & Whitmore, J. L. (1973). *The ecological life zones of Puerto Rico and U. S. Virgin Islands*. Río Piedras, Puerto Rico: Institute of Tropical Forestry.
- Ferro, J. (s. f.). *El muestreo y análisis de vegetación: apuntes metodológicos*. Pinar del Río, Cuba: Centor de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA).
- Francis, J.K. (2000a). *Spathodea campanulata* Beauv. En Francis J. K., & Lowe C. A. (Eds), *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales* (General Technical Report IITF-15) (S. Trabanino, traductor) (pp. 484-487). Río Piedras: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. (Trabajo original publicado en 1990).
- Francis, J.K. (2000b). *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. En Francis J. K., & Lowe C. A. (Eds), *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales* (General Technical Report IITF-15) (S. Trabanino, traductor) (pp. 562-566). Río Piedras: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. (Trabajo original publicado en 1991).
- Francis, J. K., Alemañy, S., Liogier, H. A., & Proctor, G. R. (1998). *The flora of Cañón de San Cristóbal, Puerto Rico* (General Technical Report IITF-4). San Juan: International Institute of Tropical Forestry.
- Fredericksen, T. (2003). *Ciclos de corta en bosques tropicales de Bolivia: Opciones basadas en investigación sobre manejo forestal*. (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFLOR, & The Forest Management Trust) (D. Nash, traductor). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Fredericksen, T., Contreras, F., & Pariona, W. (2001). *Guía de la silvicultura para bosques tropicales de Bolivia* (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFLOR). Santa Cruz, Bolivia.

- Gould, W. A., González, G., & Carrero Rivera, G. (2006). Structure and composition of vegetation along an elevational gradient in Puerto Rico. *Journal of Vegetation Science*, 17, 563-574.
- Grau, H. R., & Aide, M. T. (2008). Globalization and land-use transitions in Latin America. *Ecology and Society*, 13(2), 16.  
URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art16/>
- Grau, H. R., Aide, M. T., Zimmerman, J. K., Thomlinson, J. R., Helmer, E., & Zou, X. (2003). The ecological consequences of socioeconomic and land-use changes in postagriculture Puerto Rico. *BioScience*, 53(12), 1159-1168.
- Heartsill-Scalley, T., & Aide, T. M. (2003). Riparian vegetation and extreme conditions in a tropical agricultural-secondary forest mosaic. *Ecological Applications*, 13 (1), 225-234.
- Helmer, E. H. (2004). Forest conservation and land development in Puerto Rico. *Landscape Ecology*, 19, 29-40.
- Helmer, E. H., Brandeis, T. J., Lugo, A. E., & Kennaway, T. (2008). Factors influencing spatial patterns in tropical forest clearance and stand age: Implications for carbon storage and species diversity. *Journal of Geophysical Research*, 113, 1-14. doi: 10.1029/2007JG000568
- Helmer, E. H., Kennaway, T. A., Pedreros, D. H., Clark, M. L., Marcano-Vega, H., Tieszen, L. L., ... Sean Carrington, C. M. (2008). Land cover and forest formation distribution for St. Kitts, Nevis, St. Eustatius, Grenada and Barbados from decision tree classification of cloud-cleared satellite imagery. *Caribbean Journal of Science*, 44(2), 175-198.
- Hutchinson, I. D., & Wadsworth, F. H. (s.f.). Efectos de la liberación en un bosque secundario de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambientales*, 46-47, 152-157.
- Kennaway, T., & Helmer, E. H. (2007). The forest types and ages cleared for land development in Puerto Rico. *GIScience and Remote Sensing*, 44(4), 356-382.
- Killen, T. J., Guerra, A., Calzada, M., Correa, L., Calderón, V., Soria, L., ... Steininger, M. K. (2008). Total historical land-use change in Eastern Bolivia: Who, where, when and how much? *Ecology and Society*, 13(1), 36.  
URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art36/>

- Laurance, W. F., Pérez-Salicrup, D., Delamónica, P., Fearnside, P. M., D'Angelo, S., Jerozolinski, A., ...Lovejoy, T. E. (2001). Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology*, 82(1), 105-116.
- Lewis, S. L., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lloyd, J., Malhi, Y., Almeida, S., ...Vinceti, B. (2004). Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: Evidence from 50 South American long-term plot. *The Royal Society*, 359, 421-436. doi:10.1098/rstb.2003.1431
- Ley de Bosques de Puerto Rico, número 133 del 1 de julio de 1975, (12 L.P.R.A. sec. 191)
- Ley de Patrimonio Natural de Puerto Rico, número 150 del 4 de agosto de 1988
- Ley de Política Pública Ambiental de Puerto Rico, número 416 de 22 de septiembre de 2004
- Ley de Vida Silvestre del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, número 70 de 1976
- Lindenmayer, D. B., Franklin, J. F., & Fischer, J. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 118(2), 433-445. doi:10.1016/j.biocon.2006.02.019
- Little, E. L., Wadsworth, F. H., & Marrero, J. (2001). *Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (2da. ed.)* San Juan: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Lloyd, A., Law, B., & Goldingay, R. (2006). Bat activity on riparian zones and upper slopes in Australian timber production forests and the effectiveness of riparian buffers. *Biological Conservation*, 118(2), 207-220. doi:10.1016/j.biocon.2005.10.035
- López Marrero, T. M., Aide, T. M., & Thomlinson, J. R. (2001). Urban expansion and the loss of prime agricultural lands in Puerto Rico. *Ambio*, 10(1), 49-54.
- Lugo, A. E. (2004). The outcome of alien tree invasions in Puerto Rico. *Front Ecol Environ*, 2(5), 265-273.
- Lugo, A. E., & Helmer E. (2004). Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests. *Forest Ecology and Management*, 190, 145-161. doi:10.1016/j.foreco.2003.09.012
- Lugo, A.E., Miranda Castro, L., Vale, A., López, T.M., Fernández Pietro, E., García Martínó, A., ...Helmer, E. (2001). *Puerto Rican Karst-A Vital Resource*. (General Technical Report WO-65). San Juan: International Institute of Tropical Forestry.

- Marín-Spiotta, E., Ostergat R., & Silver, W. L. (2007). Long-term patterns in tropical reforestation: Plant community composition and aboveground biomass accumulation. *Ecological Applications*, 17(3), 828-839.
- Martin, T. G., McIntyre, S., Catterall, C. P., & Possingham, H. P. (2006). Is landscape context important for riparian conservation? Birds in grassy woodland. *Biological Conservation*, 117(2), 201-214. doi:10.1016/j.biocon.2005.08.014
- Martnuzzi, S., Gould, W. A., Ramos González, O. M., & Edwards, B. E. (2007). Development of a landforms model for Puerto Rico and its application for land cover change analysis. *Caribbean Journal of Science*, 43(2), 161-171.
- Muller-Landaw, H. C., Condit, R. S., Harms, K. E., Marks, C. O., Thomas, S. C., Bunyavejchewin, S., ... Ashton, P. (2006). Comparing tropical forest tree size distributions with the predictions of metabolic ecology and equilibrium models. *Ecology Letters*, 9, 589-602. doi:10.1111/j.1461-0248.2006.00915.x
- Ostertag, R., Marín-Spiotta, E., Silver, W. L., & Schulten, J. (2008). Litterfall and decomposition in relation to soil carbon pools along a secondary forest in Puerto Rico. *Ecosystems*, 11, 701-714. doi:10.1007/s10021-008-9152-1
- Palace, M., Keller, M., Asner, G. P., Hagen, S., & Braswell, B. (2008). Amazon forest structure from IKONOS satellite and the automated characterization of forest canopy properties. *BIOTROPICA*, 40 (2), 141-150. doi:10.1111/j.1744-7429.2007.00353.x
- Parés-Ramos, I. K., Gould, W. A., & Aide, M. T. (2008). Agricultural abandonment, suburban growth, and forest expansion in Puerto Rico between 1991 and 2000. *Ecology and Society*, 13(2),1.  
URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art1>
- Parker, G. G., & Russ, M. E. (2004). The canopy surface and stand development: assessing forest canopy structure and complexity with near-surface altimetry. *Forest Ecology and Management*, 189, 307-315. doi:10.1016/j.foreco.2003.09.001
- Parker, G. G., & Brown, M. J. (2000). Forest canopy stratification-Is it useful? *The American Naturalist*, 155(4), 473-484.
- Pascarella, J. B., Aide, T. M., Serrano, M. I., & Zimmerman, J. K. (2000). Land-use history and forest regeneration in the Cayey mountains, Puerto Rico. *Ecosystems*, 3, 217-228. doi:10.1007/s100210000021

- Redondo, A., Vilchez, B., & Chazdon, R. L. (s. f.). Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques secundarios en la región Huetar Norte, Sarapiquí-Costa Rica. *Revista Forestal Centro Americana*, 20-27.
- Salomon, A. K., Ruesink, J. L., & DeWreede, R. E. (2006). Population viability, ecological processes and biodiversity: Valuing sites for reserve selection. *Biological Conservation*, I(28), 79-92. doi:10.1016/j.biocon.2005.09.018
- Simmons, T. R., Shriner, S. A., & Farnsworth, G. L. (2006). Comparisson of breeding bird and vegetation communities in primary and secondary forests of Great Smoky Mountains. *Biological Conservation*, I(29), 302-311. doi:10.1016/j.biocon.2005.10.044
- Smith, C. M., & Wachob, D. G. (2006). Trend associated with residential development in riparian breeding bird habitat along the Snake River in Jackson Hole, WY, USA: Implication for conservation planning. *Biological Conservation*, I(28), 431-446. doi:10.1016/jbiocon.2005.10.008
- Stohlgren, T. J., Chong, G. W., Kalkhan, M. A., & Schell, L. D. (1997). Rapid assessment of plant diversity patterns: A methodology for landscapes. *Evironmnetal Monitoring and Assessmen*, 48, 25-43.
- Stohlgren, T. J., Coughenour, M. B., Chong, G. W., Binkley, D., Kalkhan, M. A., Schell, L. D., ...Berry, J. K. (1997). Landscape analysis of plant diversity. *Landscape Ecology*, 12, 155-170.
- Thomlinson, J. R., Serrano, M. I., López, T. M., Aide, T. M., & Zimmerman, J. K. (1996). Land-use dynamics in a post-agricultural Puerto Rican landscape (1936-1938). *BIOTROPICA* 28(4a), 525-536.
- Valencia, R., Foster, R. B., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., Hernández, C., ...Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: Large forest plot in Eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92, 214-229.
- Van Ander, S., Van Ginnekee, P., Depater, C., & Zuidema, P. (2008, June). Forest transitions in the tropics. Are tropical forest in the way to recovery? Seminar report from Ede, the Netherlands.
- Wadsworth, F. H. (2000). *Producción forestal para América Tropical*. Washington, DC: USDA Forest Service.
- Weaver, P.L. (2000). *Guarea guidonia* (L.) Sleumer. En Francis J. K., & Lowe C. A. (Eds), *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias*



*Occidentales* (General Technical Report IITF-15) (S. Trabanino, traductor) (pp. 248-254). Río Piedras: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. (Trabajo original publicado en 1988).

Weaver, P.L. (2000). *Andira inermis* (W. Wright) DC. En Francis J. K., & Lowe C. A. (Eds), *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales* (General Technical Report IITF-15) (S. Trabanino, traductor) (pp. 36-42). Río Piedras: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. (Trabajo original publicado en 1989).

Wright, S. J., & Samaniego, M. J. (2008). Historical, demographic, and economic correlates of land-use change in the Republic of Panama. *Ecology and Society*, 13(2), 17. URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art17/>

## **TABLAS**

**Tabla 1. Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en Parcela Modificada Whittaker, sub parcelas 2 x .5 m, en el Cañón las Bocas, Barranquitas.**

Sub parcela	Especies	Observaciones
A-1	7% <i>Xanthosoma sp.</i> 5% Especie desconocida 5% <i>Syzigium jambos</i> 5% Lauraceae sp. 1% <i>Guarea guidonia</i> 77% Hojarasca	
A-2	20% <i>Guapira fragans</i> 80% Hojarasca	
A-3	7% <i>Eugenia sp.</i> 1% <i>Casearia guianensis</i> 2% Uña de gato 90% Hojarasca	Esta sub parcela se caracterizó por la presencia de caliza dispersa.
A-4	5% Uña de gato 5% Lauraceae sp. 90% Hojarasca	
A-5	3% Helecho 5% <i>Eugenia sp.</i> 1% <i>Randia aculeata</i> 3% Bejuco 88% Hojarasca	
A-6	2% Uña de gato 15% Musgo 2% <i>Guarea guidonia</i> 1% <i>Randia aculeata</i> 80% Hojarasca	Esta sub parcela quedó totalmente ubicada sobre una roca caliza.
A-7	1% <i>Randia aculeata</i> 1% <i>Eugenia sp.</i> 5% <i>Casearia guianensis</i> 30% Herbácea 63% Hojarasca	
A-8	2% <i>Syzigium jambos</i> 1% <i>Eugenia sp.</i> 1% <i>Casearia guianensis</i> 4% <i>Guarea guidonia</i> 3% Lauraceae sp. 1% Bejuco 88% Hojarasca	
A-9	3% <i>Guarea guidonia</i> 2% <i>Inga vera</i> 1% Bejuco 11% Helecho 25% Roca caliza 58% Hojarasca	
A-10	2% <i>Syzigium jambos</i> 2% <i>Guapira fragans</i> 1% <i>Eugenia sp.</i> 3% <i>Xanthosoma sp.</i> 5% Lauraceae sp. 2% Roca caliza 85% Hojarasca	

**Tabla 2. Lista de Familias representadas en composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo, en sub parcelas 2 x .5 m Parcela Modificada Whittaker, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas, nombre científico, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.**

<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Origen</b>
<i>Syzigium jambos</i>	Myrtaceae	I
<i>Inga vera</i>	Fabaceae	N
<i>Casearia guianensis</i>	Flacourtiaceae	N
<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae	N
<i>Guarea guidonia</i>	Meliaceae	N
<i>Eugenia sp.</i>	Myrtaceae	N
<i>Randia aculeata</i>	Myrtaceae	N
<i>Guapira fragans</i>	Nyctaginaceae	N

**Tabla 3. Especies arbóreas  $\geq 1\text{cm}$  y  $< 5\text{cm}$  DAP en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela B1: 2 x 5 m, en bosque secundario joven húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Codificación de Árbol	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
1	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	4	3.04	
2	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	4	3.65	
3	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	3	3.04	

**Tabla 4. Especies arbóreas  $\geq 1$  cm y  $< 5$  cm DAP en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela B2: 2 x 5 m, en bosque secundario joven húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Codificación de Árbol	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
4	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	2	1.82	En esta parcela observamos varios juveniles de <i>Guarea guidonia</i> en desarrollo y abundancia de uña de gato en el sotobosque.
5	<b>Birijí</b>	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	1	1.52	
6	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	2	3.65	

**Tabla 5. Especies arbóreas  $\geq 5$  y  $< 10$  en Parcela Modificada Whittaker, sub parcela C: 20m x5m, en bosque secundario joven húmedo en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Codificación de Árbol	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
7	<b>Especie desconocida</b>		6	4.57	
8	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	9	7.62	
9	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	9	7.62	
10	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5	3.65	
11	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5	3.04	
12	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	5	4.87	
13	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	5	4.57	
14 *	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	6	9.14	
15*	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	9	9.14	
16*	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	9	9.14	
17 *	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	9	9.14	
18 *	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	6	5.48	
19 *	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	6	5.48	
20 *	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	6	5.48	
21*	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	4	5.48	
22 *	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	6	6.09	
23 *	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	5	6.09	
24 *	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	3	6.09	
25 *	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	3	6.09	
26	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5	4.57	
27	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	5	3.96	
28 *	<b>Cafeillo</b>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	8.22	
29 *	Cafeillo	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	8.22	
30	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	5	4.57	
31	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5	6.09	
32	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i>	9.5	7.01	

(L) Sleumer				
33	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	6	6.70
34 *	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	6	4.57
35 *	Palo blanco	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	5	4.57
36 *	Palo blanco	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	5	4.57
37	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	8	4.57
38	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	6.2	9.44
39	<b>Guaragua</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	9.5	9.14



**Tabla 6. Especies arbóreas  $\geq 10$  DAP en Parcela Modificada Whittaker D: 20 x 50 M, en bosque secundario joven húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Codificación de Árbol	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
1	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	10	8.53	
2	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	8.53	
3	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	14	7.62	
4	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	24	15.24	
5	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	7.62	
6	<b>Espino Rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	11	9.14	
7	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	28	16.76	
8	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	20	7.62	
9	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	23	12.19	Este árbol creció pegado a una caliza dispersa
10 *	<b>Corcho</b>	<i>Guapira fragans</i> (Dum.-Cours.) Little	18	9.14	
11 *	Corcho	<i>Guapira fragans</i> (Dum.-Cours.) Little	20	9.14	
12 *	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	12	9.14	
13 *	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	9.14	
14	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	19	6.09	
15	<b>Laurel espada</b>	<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	16	9.14	
16	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	19	6.09	
17	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	6.09	
18	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	23	10.66	
19	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	40	11.27	
20	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	24	15.24	
21*	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	4.57	
22*	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	11	4.57	
23*	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	16	9.14	
24 *	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	24	9.14	
25	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i>	16	6.09	

(L) Sleumer				
26	<b>Especie desconocida</b>		14	7.62
27*	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	11	4.57
28*	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	11	4.57
29	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	45	9.14
30	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	40	10.66
31*	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	15	6.09
32*	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	15	6.09
33	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	14	6.09
34	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	6.40
35*	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	33	9.14
36*	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	28	9.14
37	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	6.09
38	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	18	9.14
39	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	14	6.09
40	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	4.57
41	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	13	4.57
42	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	4.57
43	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	14	6.09
44	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	14	9.14
45	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	5.79
46	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	11	5.18
47	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	10	4.57
48	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	12	5.48
49	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	11	5.48
50	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	10	5.48
51	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	44	12.19
52	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	34	9.14
53	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	37	7.62

54	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	15	7.62
55	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	12	6.06
56	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	11	6.06
57	<b>Corcho</b>	<i>Guapira fragans</i> (Dum.- Cours.) Little	34	12.18
58	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	12	6.06
59	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	39	12.19
60	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	21	6.09
61	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	41	13.10
62	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	11	7.62
63	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	17	7.62
64	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	17	4.57
65	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	40	12.19
66	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	22	9.14
67	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	20	10.66
68	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	45	15.24
69	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	28	9.14
70	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	30	9.14
71	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	30	9.14
72	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	20	7.62
73	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	26	9.14
74	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	30	9.75
75	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	16	6.09
76	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	36	10.66
77	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	32	12.19
78	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	30	11.58
79	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	17	10.66
80	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	30	7.62
81	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	25	7.62

82	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	17	6.09
83	<b>Tulipán Africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	34	12.19
84	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	15	9.14
85	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	19	6.09
86	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	18	9.14
87	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	31.3	12.19
88	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	27.4	15.24
89	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	14.7	10.66
90	<b>Ceboruquillo</b>	<i>Thouinia striata</i> Radlk.	10.2	7.62
91	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	20.4	10.66
92	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	16.5	13.71
93	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	13.2	7.62
94	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	21.6	12.19
95	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	28.8	13.71
96	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	15	9.14
97	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	18.1	9.14
98	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	24.4	15.24
99	<b>Corcho</b>	<i>Guapira fragans</i> (Dum.- Cours.) Little	14.1	15.24
100	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	21.4	15.24
101*	<b>Espino Rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	22.8	18.28
102*	Espino Rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	14.9	18.28
103	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	20	12.19
104	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	23.2	12.19
105	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	28.1	15.24
106	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	19.5	12.19
107	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	14.3	6.09
108	<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	19.9	6.09
109	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	10.4	7.62
110	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	12.3	6.09
111	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	20.7	12.19
112	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i>	24.1	15.24

Se midió más arriba de la  
medida establecida

		Beauv.			porque presentaba fisuras en el tronco
113*	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	12.4	10.66	
114*	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	10.6	10.66	
115	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	20.5	12.19	
116	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	14.8	7.62	Entre afloramiento de roca caliza
117	<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	17.1	6.09	
118*	<b>Espino Rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	16.1	18.28	Creció sobre roca caliza
119*	Espino Rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	14.8	18.28	
120*	Espino Rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	10.5	18.28	
121	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	22.2	15.24	Creció sobre roca caliza
122	<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	10.2	9.14	
123	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	22.4	15.24	Creció sobre roca caliza
124	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	12.1	12.19	Creció sobre roca caliza
125	<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	10.4	6.09	En el sotobosque de esta área se observaron juveniles de especies características de la zona del curso como <i>Casearia</i> <i>decandra</i> .

**Tabla 7. Especies arbóreas encontradas en primer Transecto de 50m, en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
<b>Espino rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	4.1	3.65	
<b>Palo blanco *</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	4.15	3.65	
Palo blanco *	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	4.2	3.65	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	5.5	4.57	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	3.5	3.65	
<b>Espino rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	14.8	13.71	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	3.4	4.57	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	6.5	7.62	
<b>Caracolillo</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	6.6	6.09	
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5	3.04	
<b>Palo blanco*</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	11.8	9.14	
Palo blanco *	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	9.2	9.14	
Palo blanco *	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	5	9.14	
<b>Caimitillo *</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	7	4.57	
Caimitillo *	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	6.1	4.57	
Caimitillo *	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	4.5	4.57	
<b>Caimitillo</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	4	2.43	
<b>Guama</b>	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	12.9	12.19	
<b>Guaraguao *</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	2.5	4.57	
Guaraguao *	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	3.35	4.57	
<b>Caimitillo *</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	4.4	4.57	
Caimitillo *	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	2.4	4.57	
<b>Espino rubial*</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	17.8	15.24	
Espino rubial *	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	14.7	15.24	
Espino rubial *	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	16.8	15.24	
Espino rubial *	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	21.5	15.24	
<b>Caimitillo</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	4.4	6.09	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	2	2.43	
<b>Higuillo de limón</b>	<i>Piper amalago</i> L.	5.5	6.09	Especie medicinal
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	4	4.57	
<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	58.1	21.33	
<b>Tulipán africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	9.2	7.62	
<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	7	6.09	
<b>Hoja menuda</b>	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	2.1	3.04	
<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	3.1	4.57	
<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	34.4	24.38	

**Tabla 8. Especies arbóreas encontradas en segundo Transecto de 50 m en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones
<b>Guanabanilla*</b>	<i>Ouratea striata</i> (v. Tigh.) Urban	11.5	7.62	
Guanabanilla*	<i>Ouratea striata</i> (v. Tigh.) Urban	16.8	7.62	
<b>Guama</b>	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	3.5	4.57	
<b>Caracolillo*</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	7.2	7.62	
Caracolillo*	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	10.3	7.62	
<b>Palo blanco*</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	9.8	7.62	
Palo blanco*	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	7	7.62	
Palo blanco*	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	8.9	7.62	
<b>Caracolillo</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	5.6	7.62	
<b>Caracolillo*</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	3	4.57	
Caracolillo*	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	3.5	4.57	
<b>Espino rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	15.4	12.19	
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	14.9	13.71	
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	5.6	7.62	
<b>Birijí</b>	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	20.6	10.66	
<b>Caracolillo</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	5	6.09	
<b>Palo blanco*</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	12.1	10.66	
Palo blanco*	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	11.5	10.66	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	10.4	9.14	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	16.2	7.62	
<b>Birijí</b>	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	9.2	10.66	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	8	7.62	
<b>Jagüey blanco*</b>	<i>Ficus citrifolia</i> P. Mill.	6.8	7.62	
Jagüey blanco*	<i>Ficus citrifolia</i> P. Mill.	13.4	7.62	
<b>Caimitillo</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	9.1	7.62	
<b>Palo blanco</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	9.6	9.14	
<b>Guaragua</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	19.2	13.71	
<b>Palo blanco*</b>	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	8.1	7.62	
Palo blanco*	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	5.9	7.62	
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	13	12.19	
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	11.5	12.19	
<b>Gaeta</b>	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	8	9.14	
<b>Gaeta</b>	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	8.7	9.14	

<b>Guaraguao</b>	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	9.1	9.14
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	12	12.19
<b>Moca</b>	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	7.4	6.09
<b>Capa prieto</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	19.8	13.71
<b>Gaeta</b>	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	3.2	4.57
<b>Gaeta*</b>	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	3.2	4.57
Gaeta*	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	3	4.57
Gaeta*	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	2	4.57
<b>Hoja menuda*</b>	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	2.4	3.65
Hoja menuda*	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	3.5	3.65
<b>Caimitillo</b>	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	2.5	3.04
<b>Hoja menuda</b>	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	8.2	9.14
<b>Espino rubial</b>	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	39.5	24.38
<b>Caracolillo</b>	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	2.5	3.65
<b>Palo amargo*</b>	<i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.	3.3	4.57
Palo amargo*	<i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.	2.2	4.57
Palo amargo*	<i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.	2.5	4.57
<b>Palo amargo</b>	<i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.	4.6	6.09
<b>Gaeta</b>	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	7.6	9.14
<b>Cafeillo*</b>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	7.5	9.14
Cafeillo*	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8.8	9.14
<b>Capa prieto*</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	18.2	16.76
Capa prieto*	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	11.7	16.76
<b>Capa prieto</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	18.2	15.24
<b>Cafeillo</b>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3.2	3.65



**Tabla 9. Lista de especies encontrados en Parcela Modificada Whittaker 20m x 50m, en bosque secundario joven húmedo en el Cañón Las Bocas, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.**

<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Núm. de individuos</b>	<b>Origen</b>
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	31	N
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	Flacourtiaceae	12	N
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	1	N
<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	1	N
<i>Guapira fragans</i> (Dum.-Cours.) Little	Nyctaginaceae	3	N
<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	Meliaceae	37	N
<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Mez	Lauraceae	1	N
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	49	I
<i>Thouinia striata</i> Radlk.	Sapindaceae	1	N
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Rutaceae	3	N

**Tabla 10. Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies identificadas en Parcela Modificada Whittaker, de 20 m x 50 m, en bosque secundario joven húmedo en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
<i>Andira inermis</i>	21.98	0.00
<i>Casearia guianensis</i>	8.51	2.93
<i>Casearia sylvestris Sw.</i>	0.71	2.96
<i>Eugenia monticola</i>	0.71	0.05
<i>Guapira fragans</i>	2.13	21.46
<i>Guarea guidonia</i>	26.24	7.70
<i>Ocotea floribunda</i>	0.71	11.86
<i>Spathodea campanulata</i>	34.75	33.16
<i>Thouinia striata</i>	0.71	4.82
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	2.13	10.44

**Tabla 11. Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies encontradas en primer Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
<i>Andira inermis</i>	3.85	2.62
<i>Casearia guianensis</i>	30.76	3.04
<i>Chrysophyllum bicolor</i>	15.38	2.30
<i>Guarea guidonia</i>	19.23	34.19
<i>Homalium racemosum</i>	3.85	4.56
<i>Inga laurina</i>	3.85	17.42
<i>Myrcia splendens</i>	3.85	0.46
<i>Piper amalago</i>	3.85	3.17
<i>Spathodea campanulata</i>	3.85	8.86
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	11.53	23.39

**Tabla 12. Índice de Valor de Importancia, (IVI), de especies encontradas segundo Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas.**

<b>Especie</b>	<b>Densidad relativa</b>	<b>Dominancia relativa</b>
<i>Andira inermis</i>	13.95	5.36
<i>Casearia guianensis</i>	16.28	4.44
<i>Casearia sylvestris</i>	4.65	1.96
<i>Chrysophyllum</i>	4.65	1.56
<i>Cordia alliodora</i>	6.98	13.40
<i>Eugenia monticola</i>	4.65	10.32
<i>Ficus citrifolia</i>	2.33	4.74
<i>Guarea guidonia</i>	4.65	9.31
<i>Homalium racemosum</i>	11.63	1.31
<i>Inga laurina</i>	2.33	0.57
<i>Myrcia splendens</i>	4.65	1.03
<i>Ouratea striata</i>	2.33	9.31
<i>Rauvolfia nítida</i>	4.65	0.46
<i>Trichilia pallida</i>	11.63	1.21
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	4.65	35.03

**Tabla 13. Lista de especies de árboles encontrados en el primer Transecto de 50m, en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.**

<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Núm. de individuos</b>	<b>Origen</b>
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	1	N
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	Flacourtiaceae	8	N
<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	Sapotaceae	4	N
<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	Meliaceae	5	N
<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	Flacourtiaceae	1	N
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	1	N
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	Myrtaceae	1	N
<i>Piper amalago</i> L.	Piperaceae	1	N
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	1	I
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Rutaceae	3	N

**Tabla 14. Lista de especies de árboles encontrados en el segundo Transecto de 50 m, en bosque secundario maduro húmedo, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas, con número de individuos registrados, familia y origen; N= nativas; I= introducidas.**

Nombre	Científico	Familia	Núm. de individuos	Origen
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	6	N
	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urban	Flacourtiaceae	7	N
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	2	N
	<i>Chrysophyllum bicolor</i> Poir.	Sapotaceae	2	N
	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	Boraginaceae	3	N
	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	2	N
	<i>Ficus citrifolia</i> P. Mill.	Moraceae	1	N
	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	Meliaceae	2	N
	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	Flacourtiaceae	5	N
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	1	N
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	Myrtaceae	2	N
	<i>Ouratea striata</i> (v. Tigh.) Urban	Ochnaceae	1	N
	<i>Rauvolfia nitida</i> Jacq.	Apocynaceae	2	N
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae	5	N
	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	Rutaceae	2	N

## **FIGURAS**

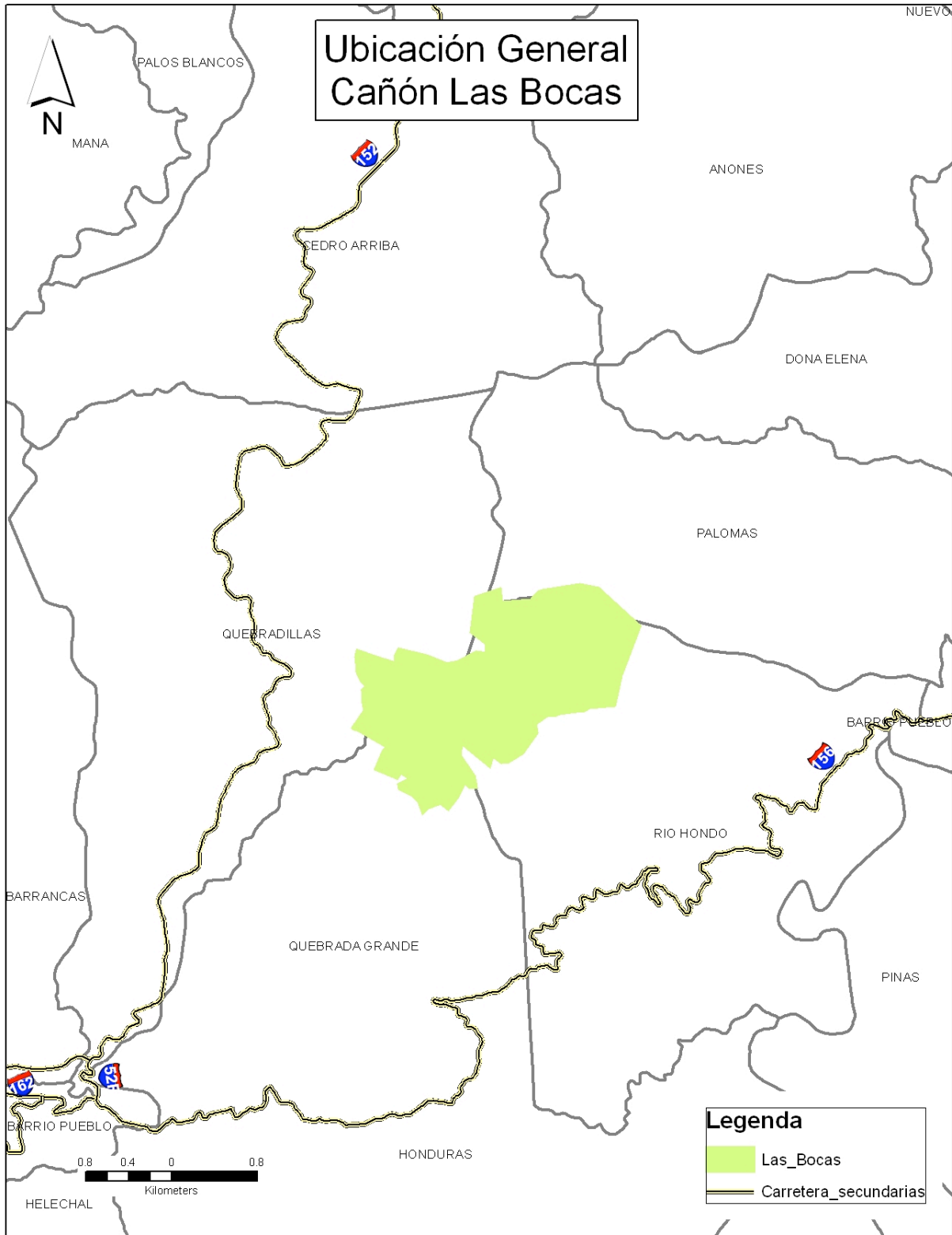


Figura 1. Ubicación general del Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).



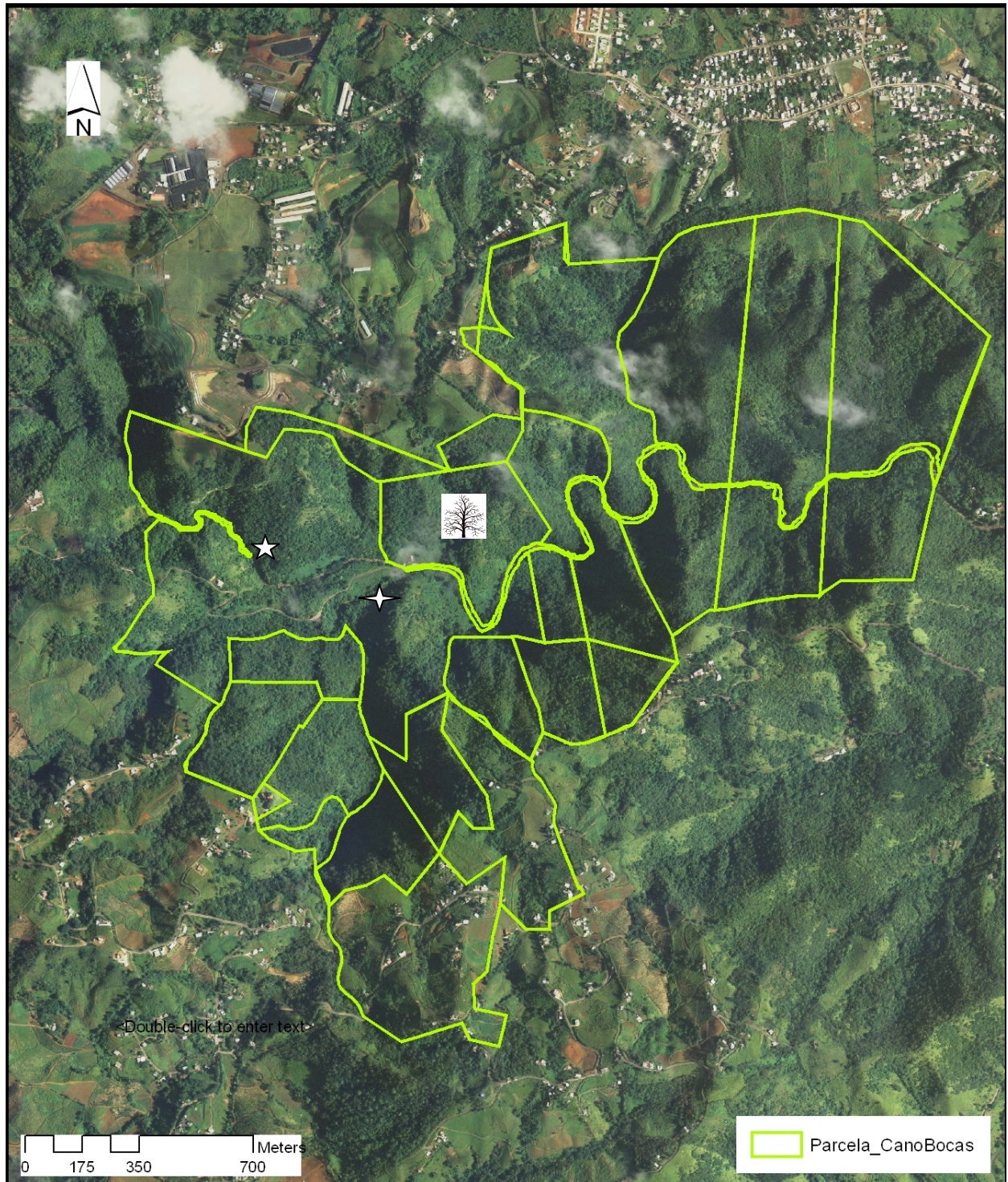
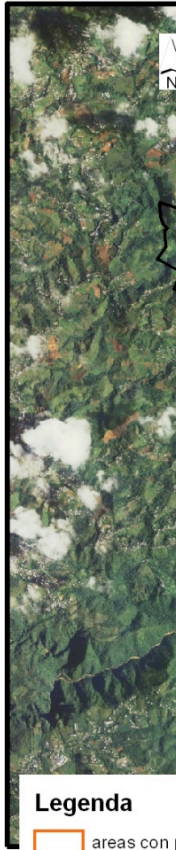


Figura 2. Foto aérea de terrenos que delimitan el Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).



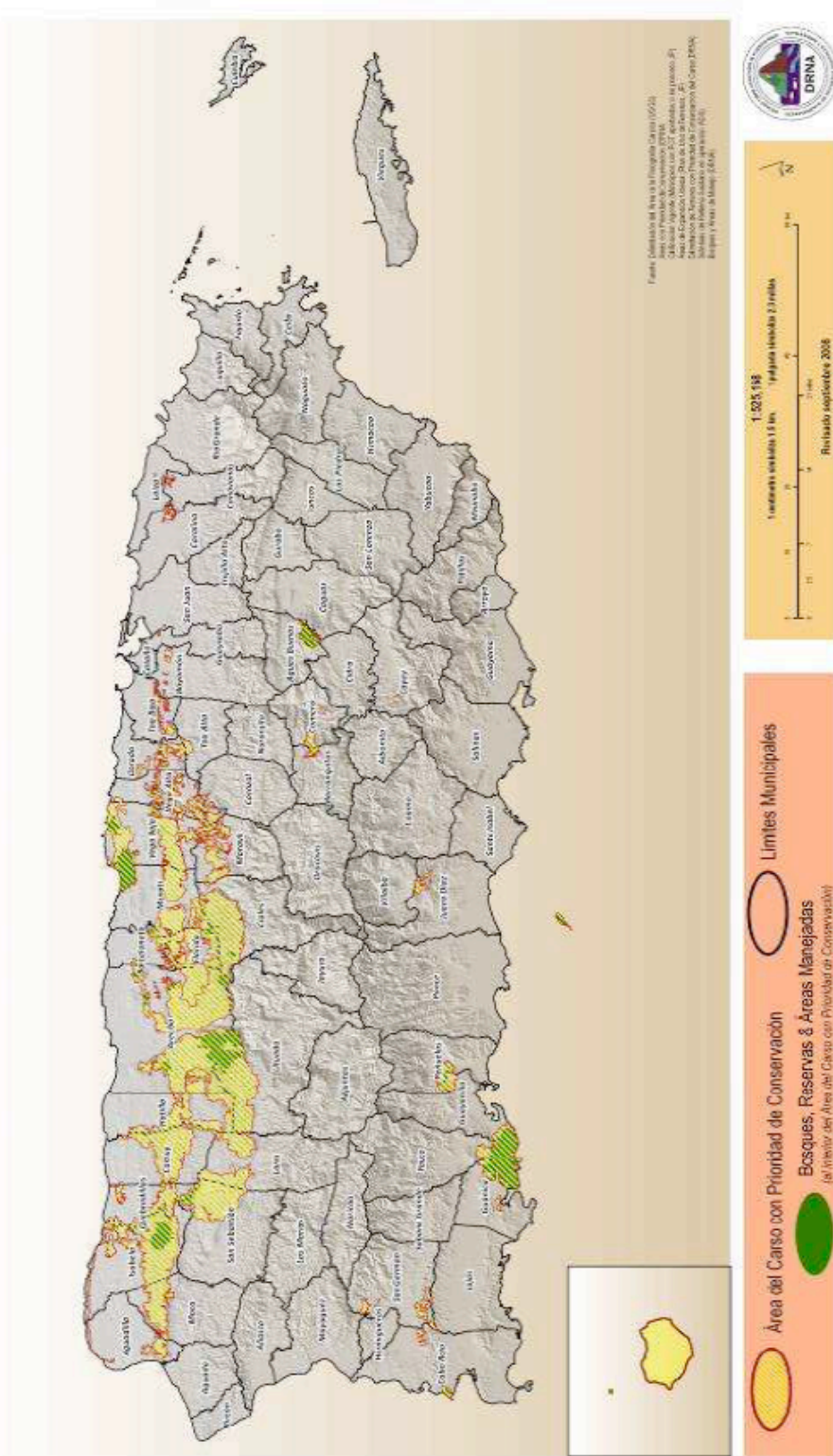
*Figura 3.* Puntos (Ari) de Parcela Modificada Whittaker en Cañón Las Bocas, Barranquitas.



**Legenda**

-  areas con
-  Las\_Bocas

Figura 5. M  
hábitat para



ación de



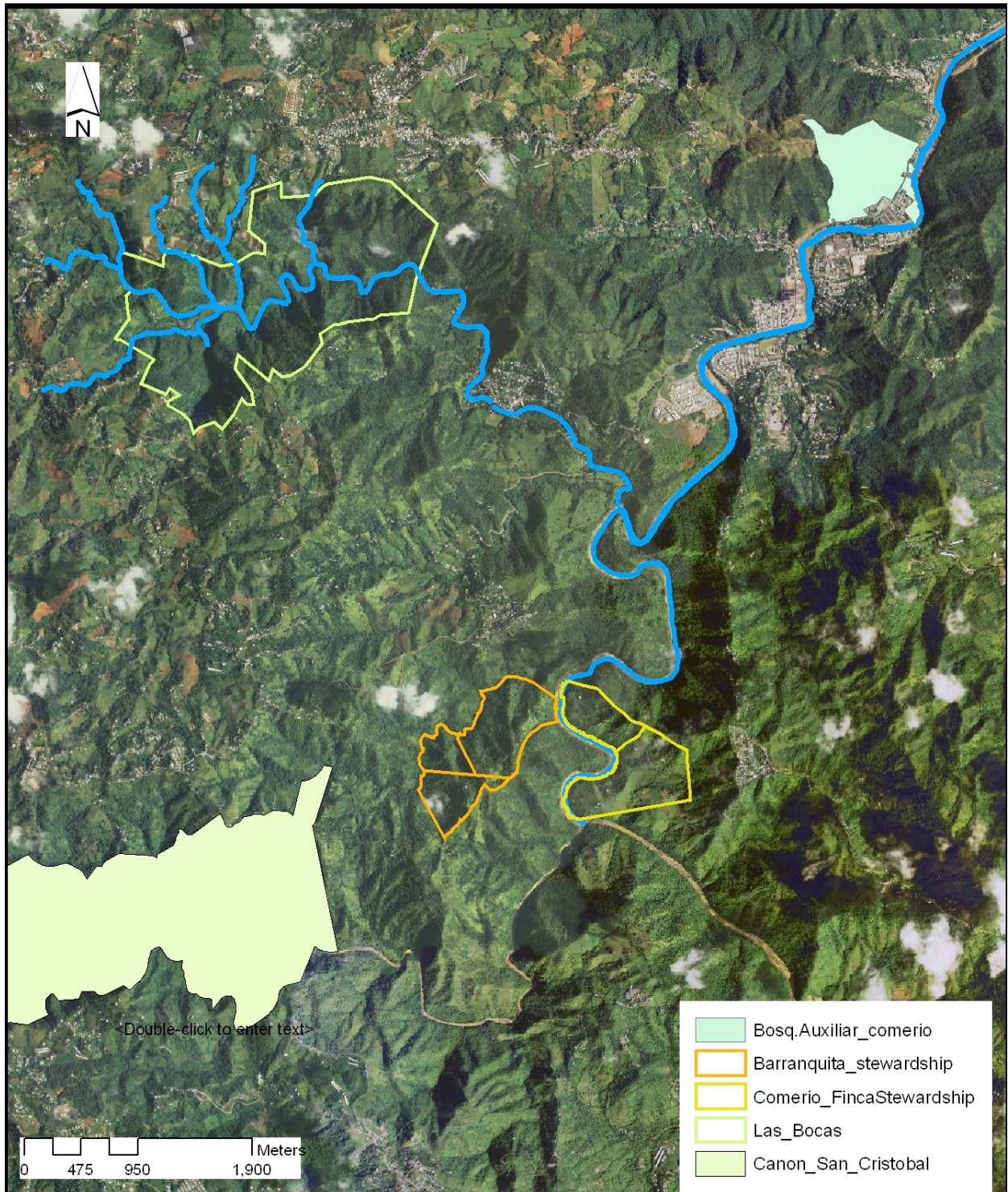


Figura 6. Mapa de relación del Cañón Las Bocas con programas de manejo de bosques privados y áreas naturales protegidas (DRNA, 2008).

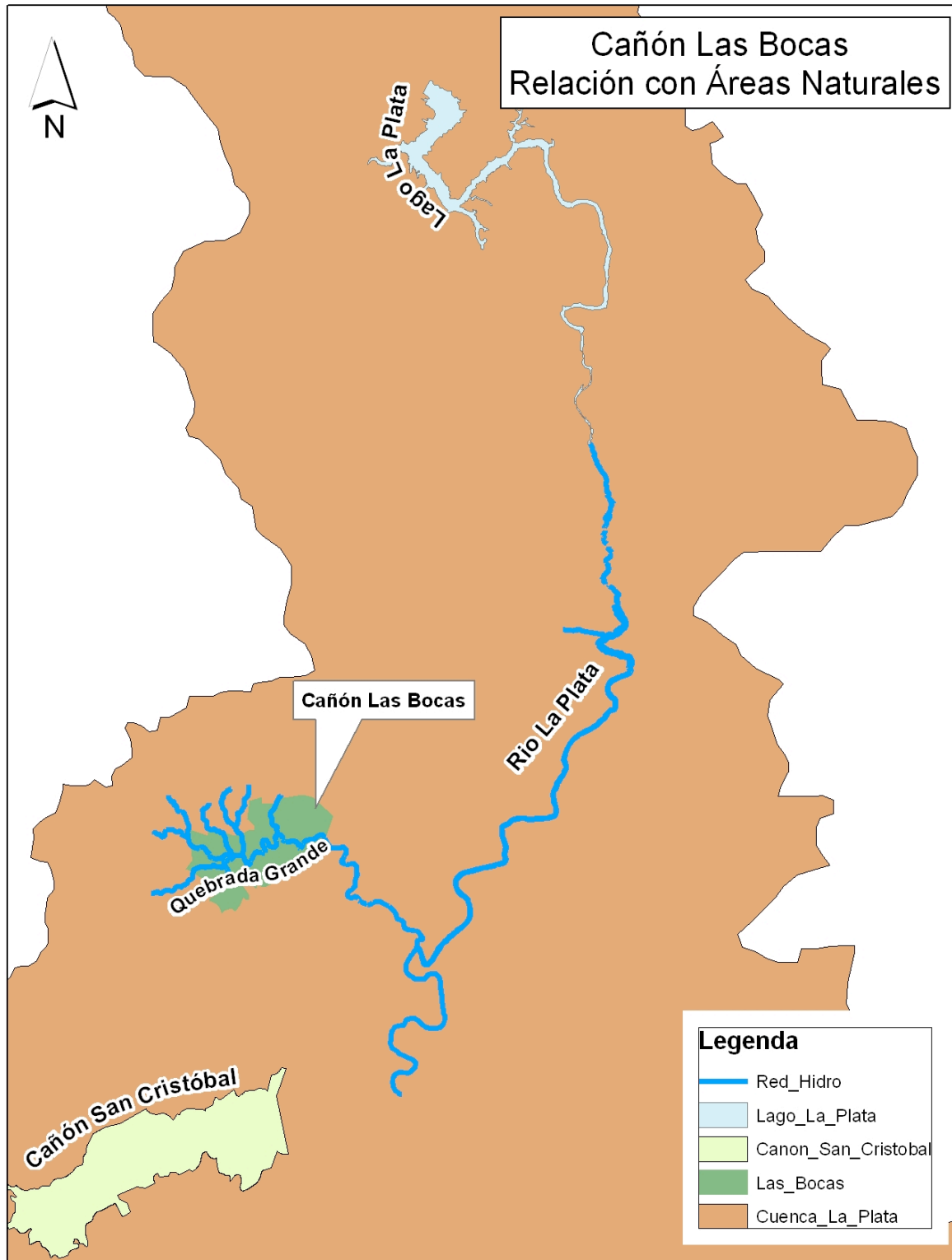


Figura7. Mapa de relación del Cañón Las Bocas con áreas naturales cercanas (DRNA, 2008).

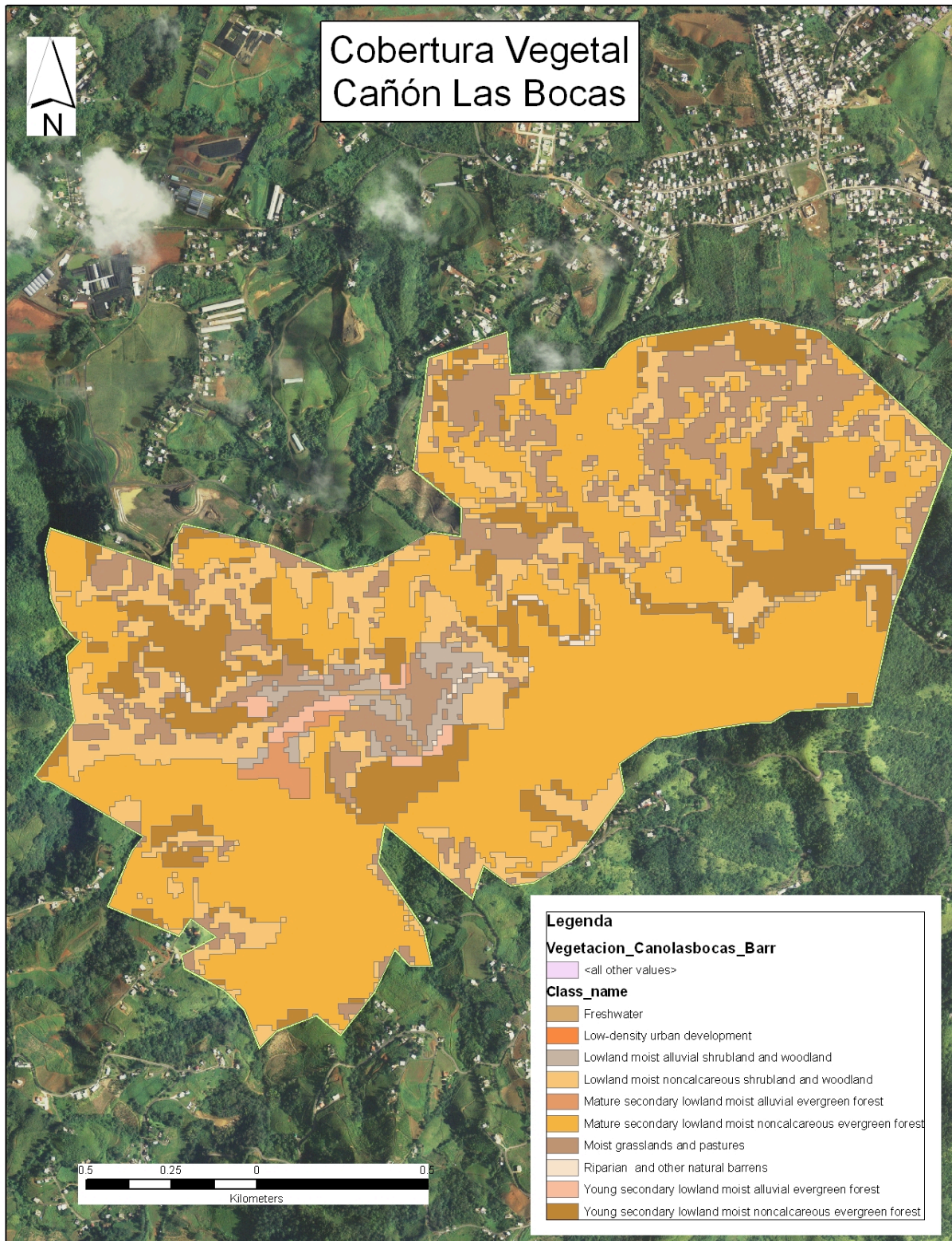


Figura 8. Mapa de cobertura vegetal de los terrenos del Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).

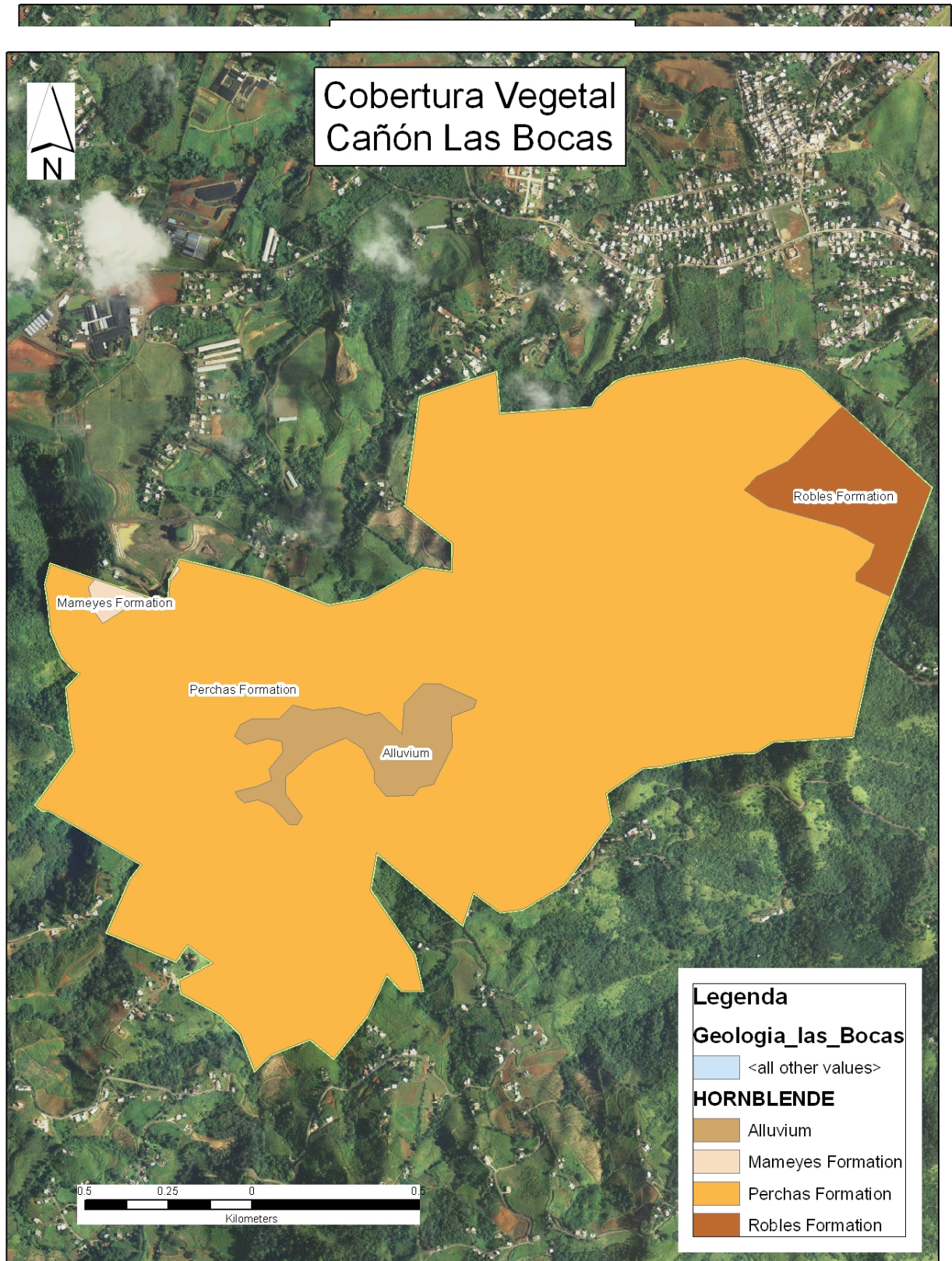


Figura 9. Mapa geológico de los terrenos del Cañón Las Bocas (DRNA, 2008).



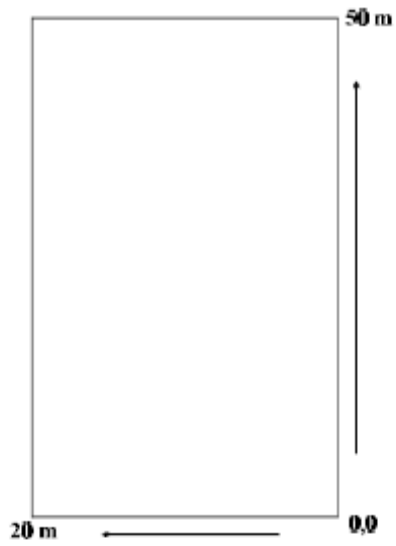


Figura 11. Establecimiento de Parcela Modificada Whittaker, 20m x 50m (Ferro s.f.).

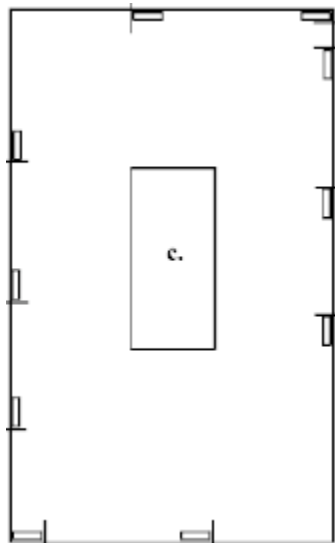


Figura 11. Establecimiento de sub parcelas A, 2m x .5m (Ferro s.f.).

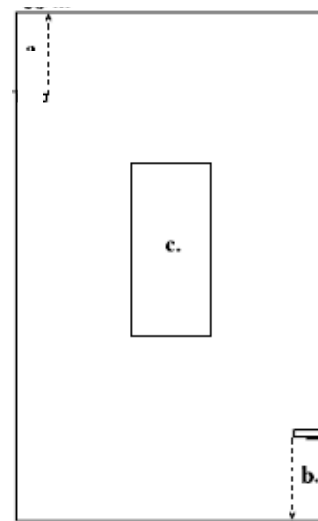


Figura 11. Establecimiento de sub parcelas B, 2m x .5m y C, 20m x 5m (Ferro, s.f.).

24

P. CAMPBELL ET AL.

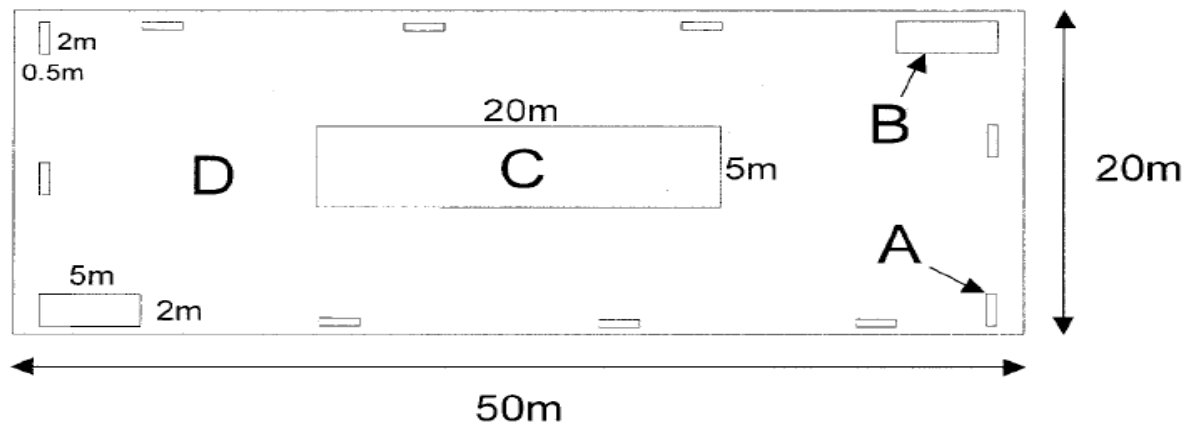


Figura 12. Parcela Modificada Whittaker con todas sus sub parcelas establecidas (Stohlgren et al., 1997)



Figura 13. Medición de diámetro a la altura del pecho -DAP

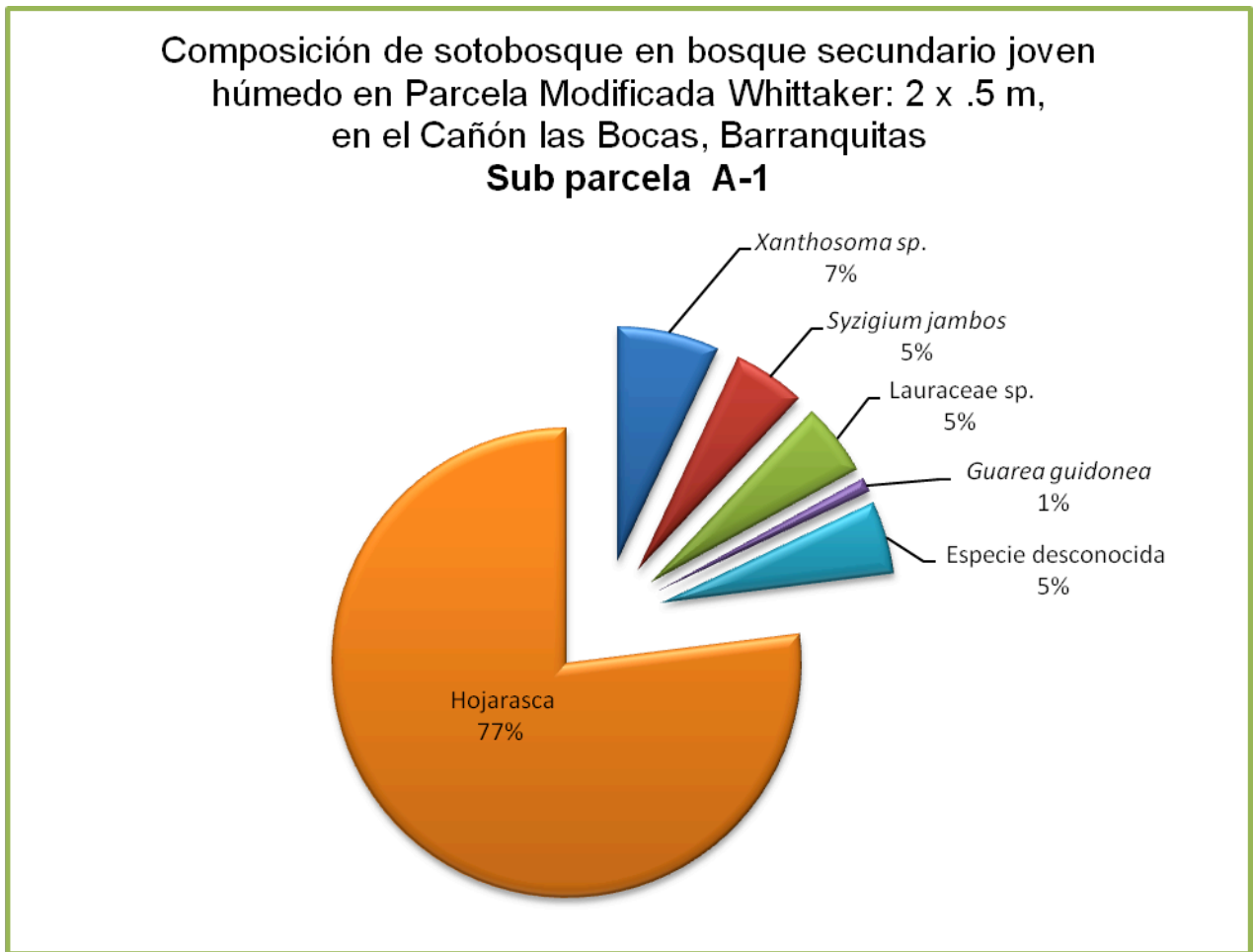
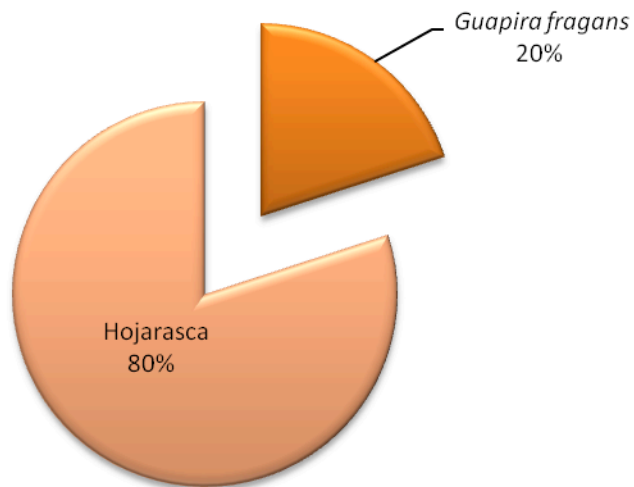
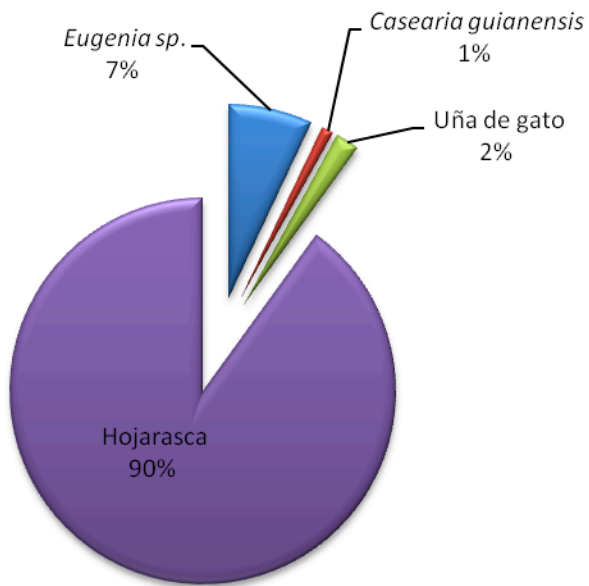


Figura 14. Composición de sotobosque en sub parcela A1 en bosque secundario joven húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2x .5 m, en el Cañón las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-1.

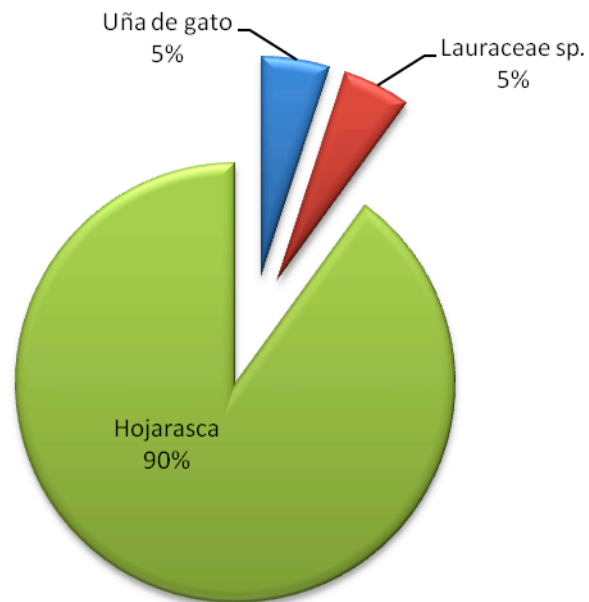
Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
**Sub parcela A-2**

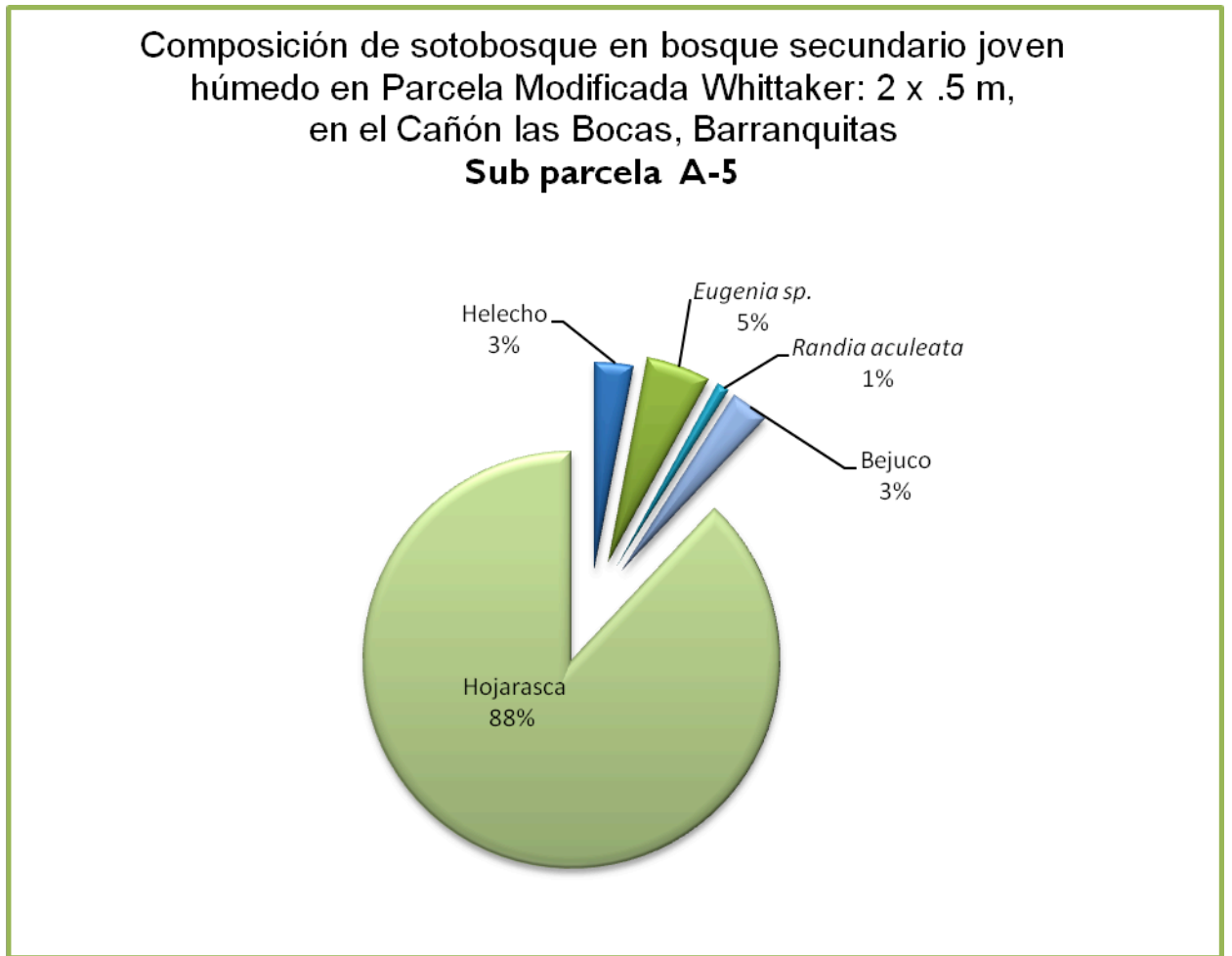


Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
Sub parcela A-3



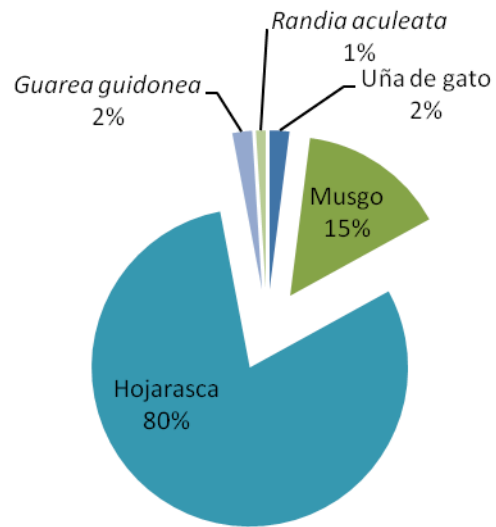
Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
**Sub parcela A-4**





*Figura 18.* Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-5.

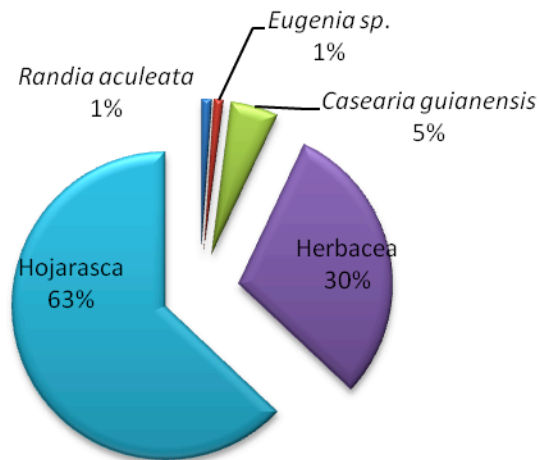
Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
**Sub parcela A-6**



*Figura 19.* Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-6.



Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
**Sub parcela A-7**



*Figura 20.* Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-7.

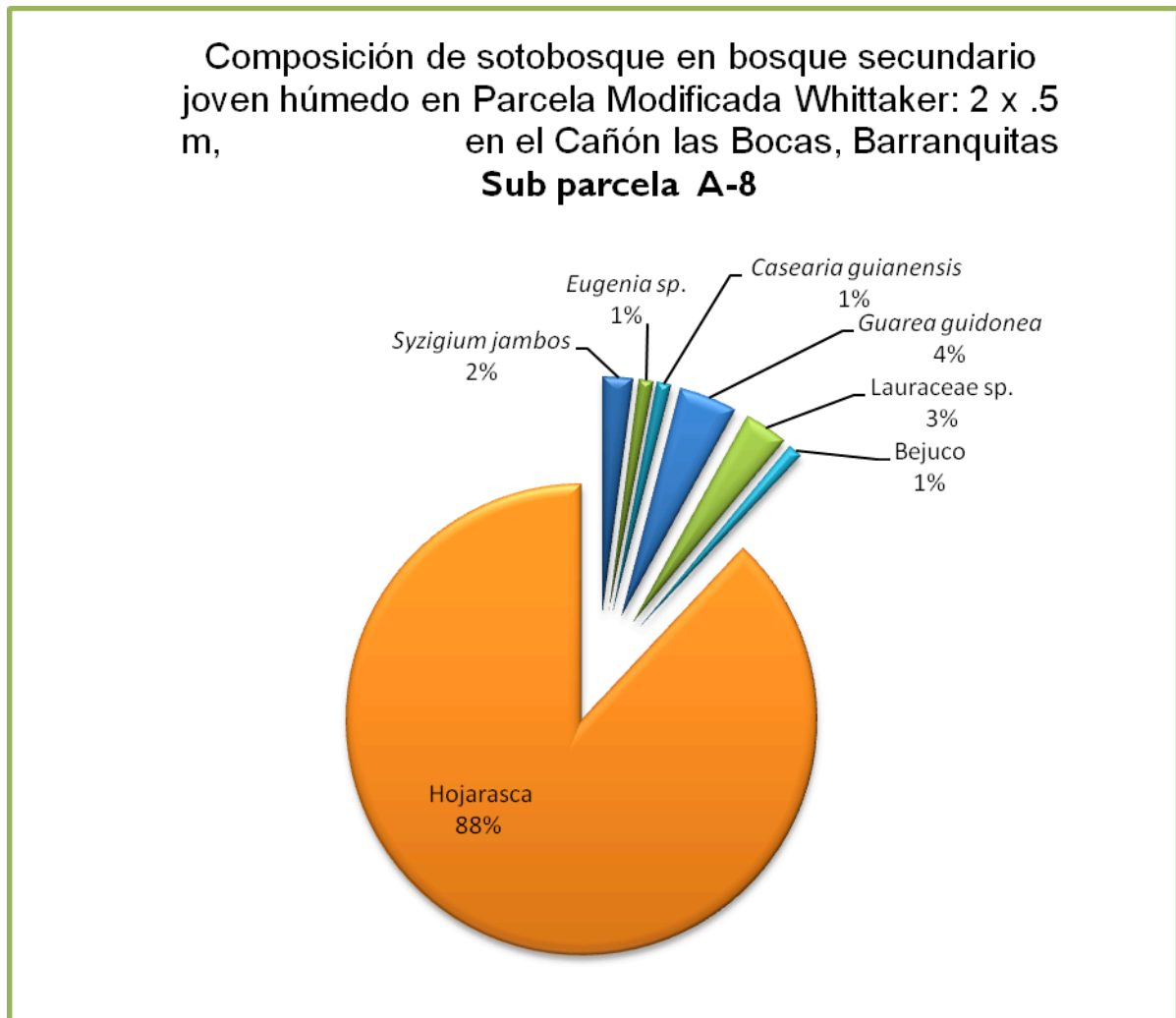
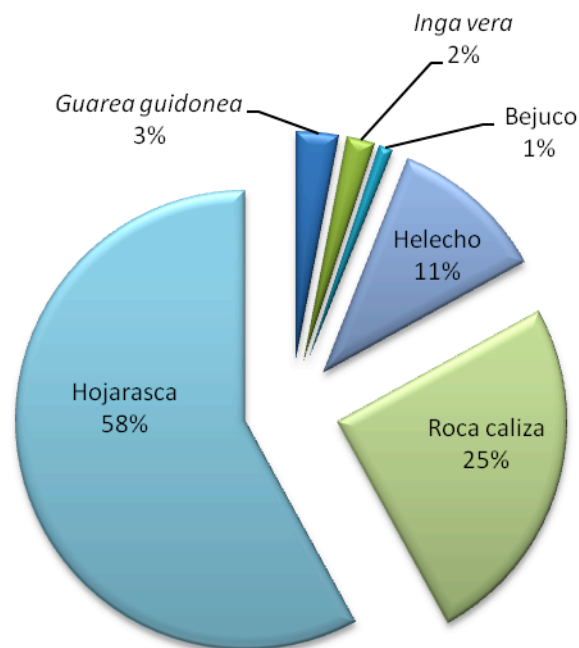
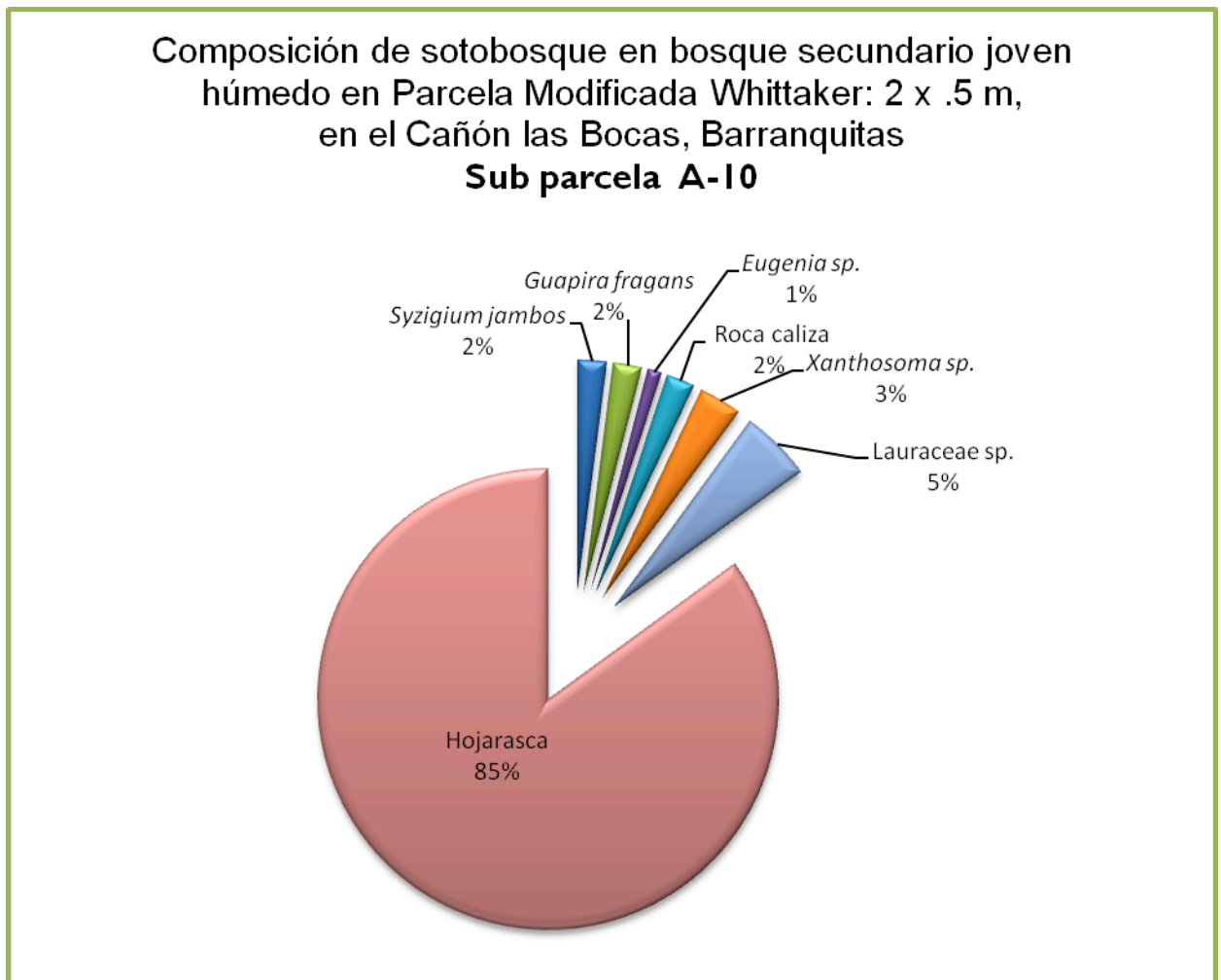


Figura 21. Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-8.

Composición de sotobosque en bosque secundario joven  
húmedo en Parcela Modificada Whittaker: 2 x .5 m,  
en el Cañón las Bocas, Barranquitas  
**Sub parcela A-9**



*Figura 22.* Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-9.



*Figura 23.* Composición de sotobosque en bosque secundario joven húmedo en PMW: 2 x .5 m, en el Cañón Las Bocas, Barranquitas: Sub parcela A-10.

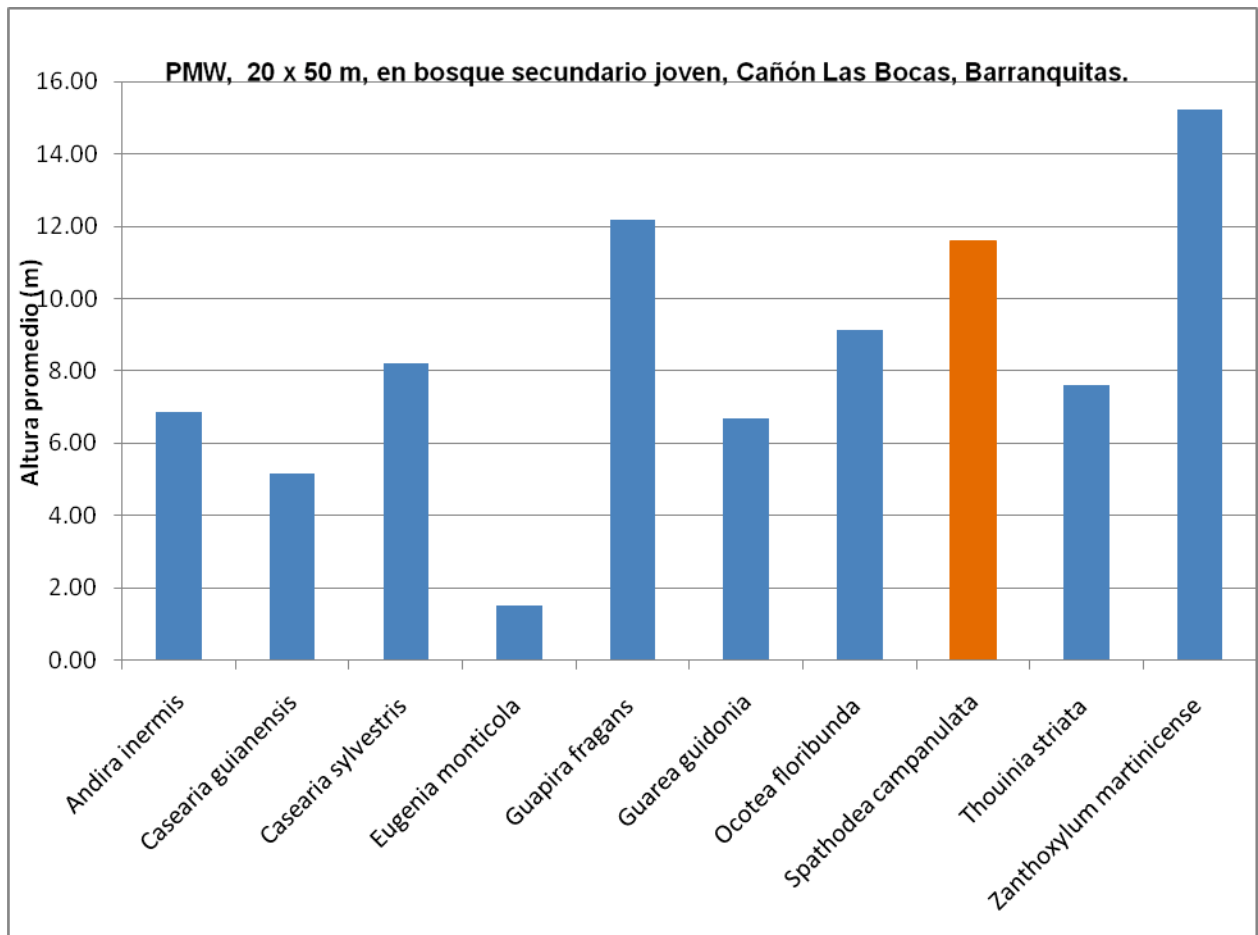


Figura 24. Altura promedio (m) por especies en PMW, 20 x 50 m, en bosque joven secundario en Cañón Las Bocas, Barranquitas.

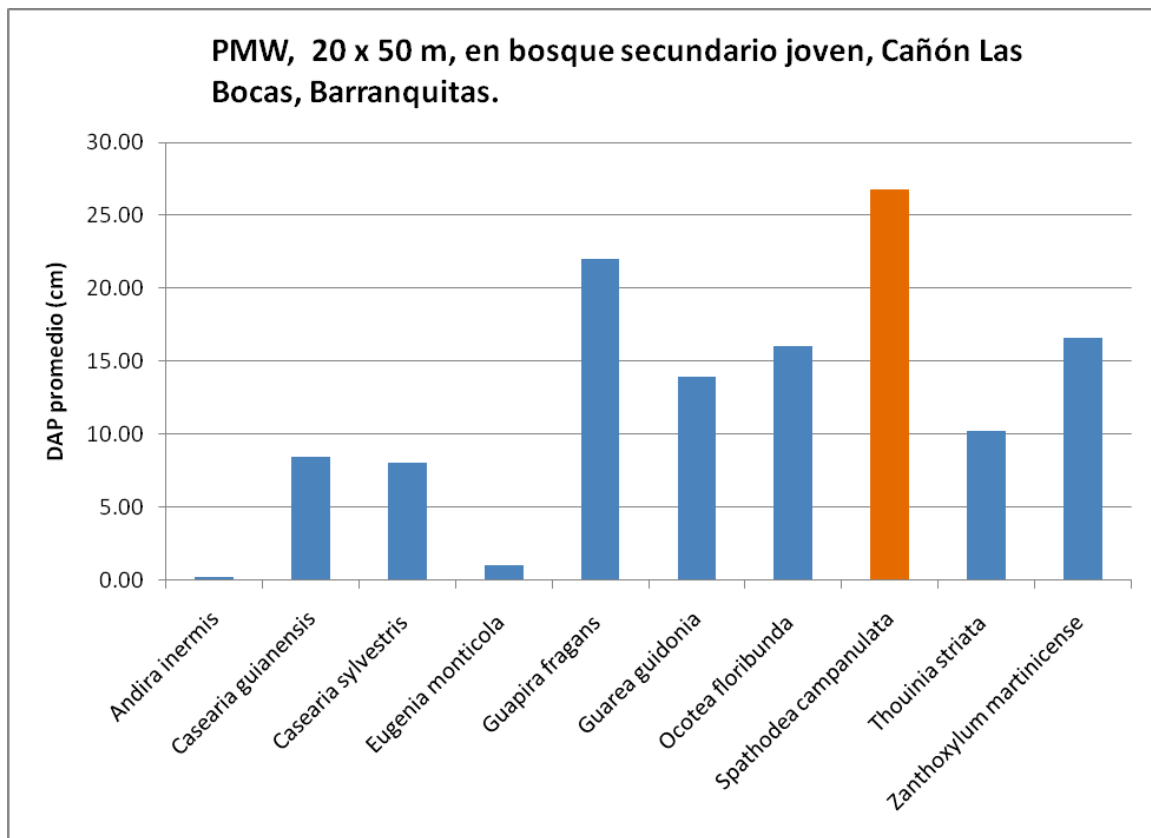
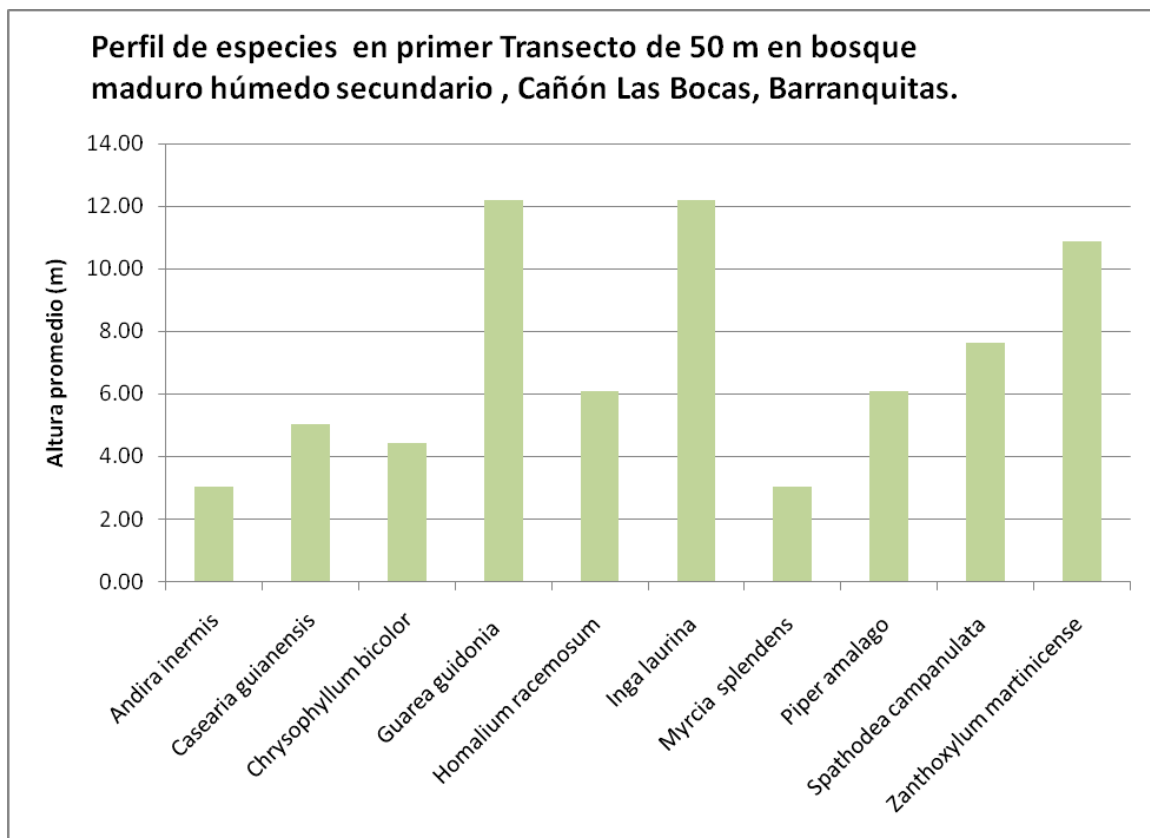
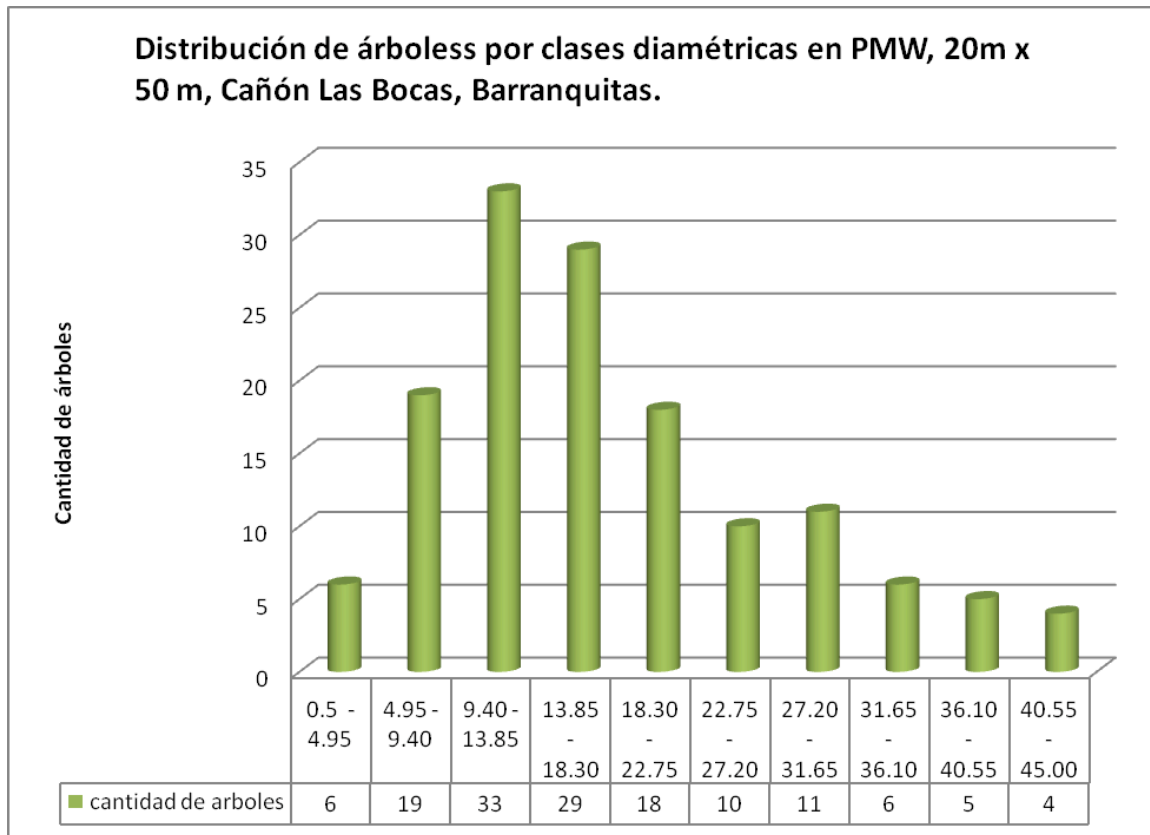


Figura 25. DAP promedio (cm) por especies en PMW, 20 x 50m en bosque secundario joven, Cañón Las Bocas, Barranquitas.

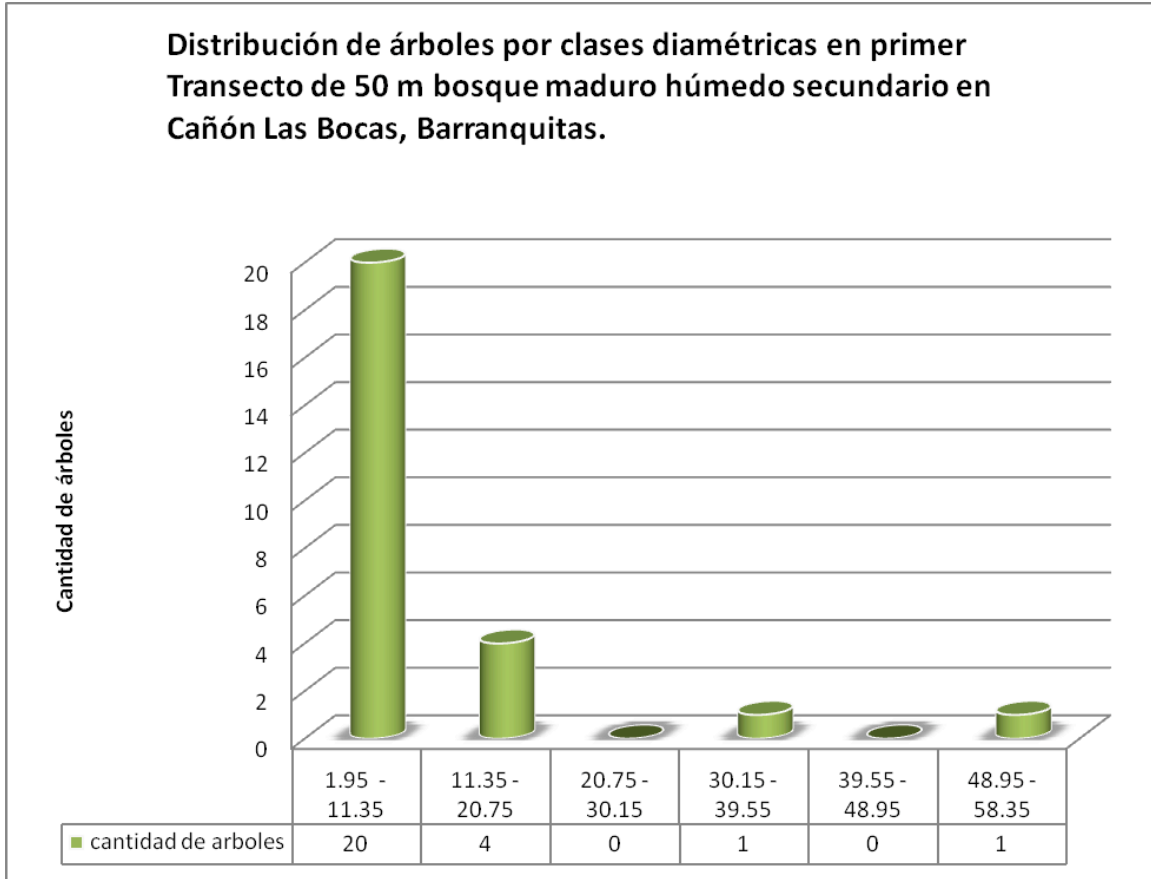


*Figura 26.* Altura promedio (m) por especies en primer Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario, Cañón Las Bocas, Barranquitas.

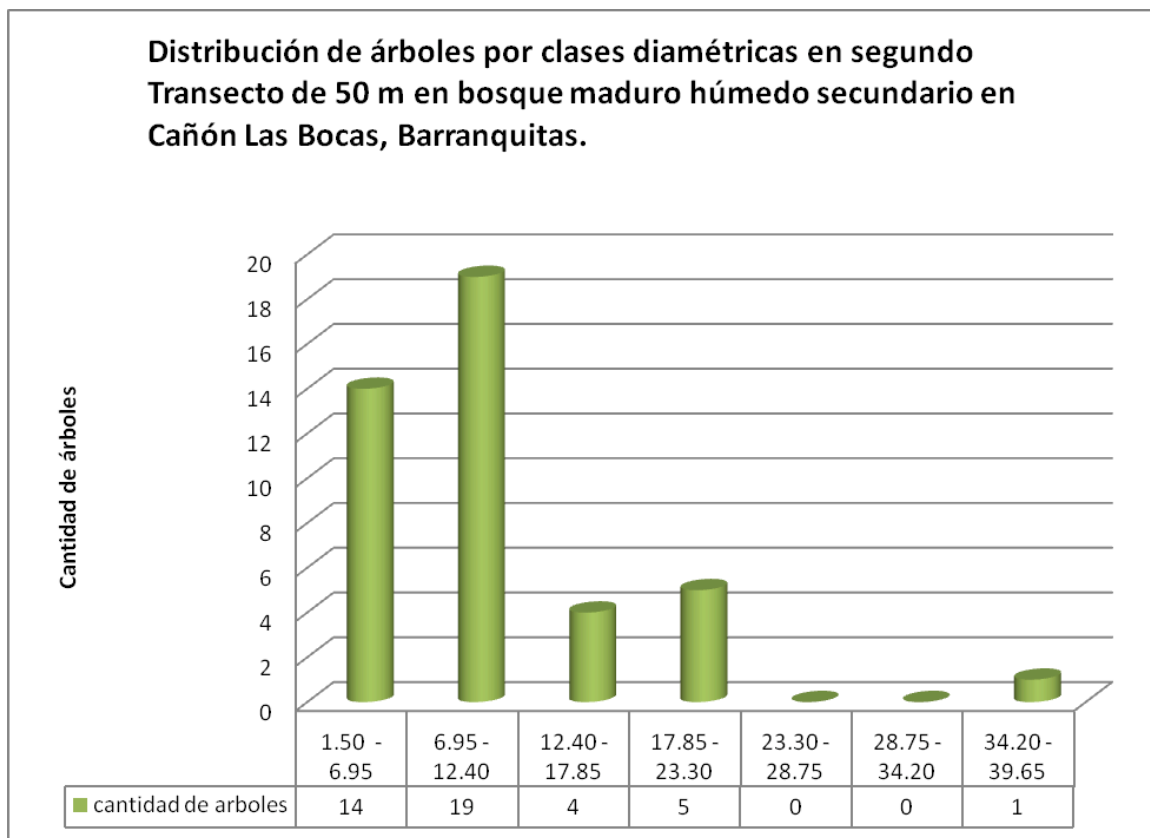


*Figura 27.* Distribución de árboles por clases diamétricas en PMW, 20m x 50 m, Cañón Las Bocas, Barranquitas.

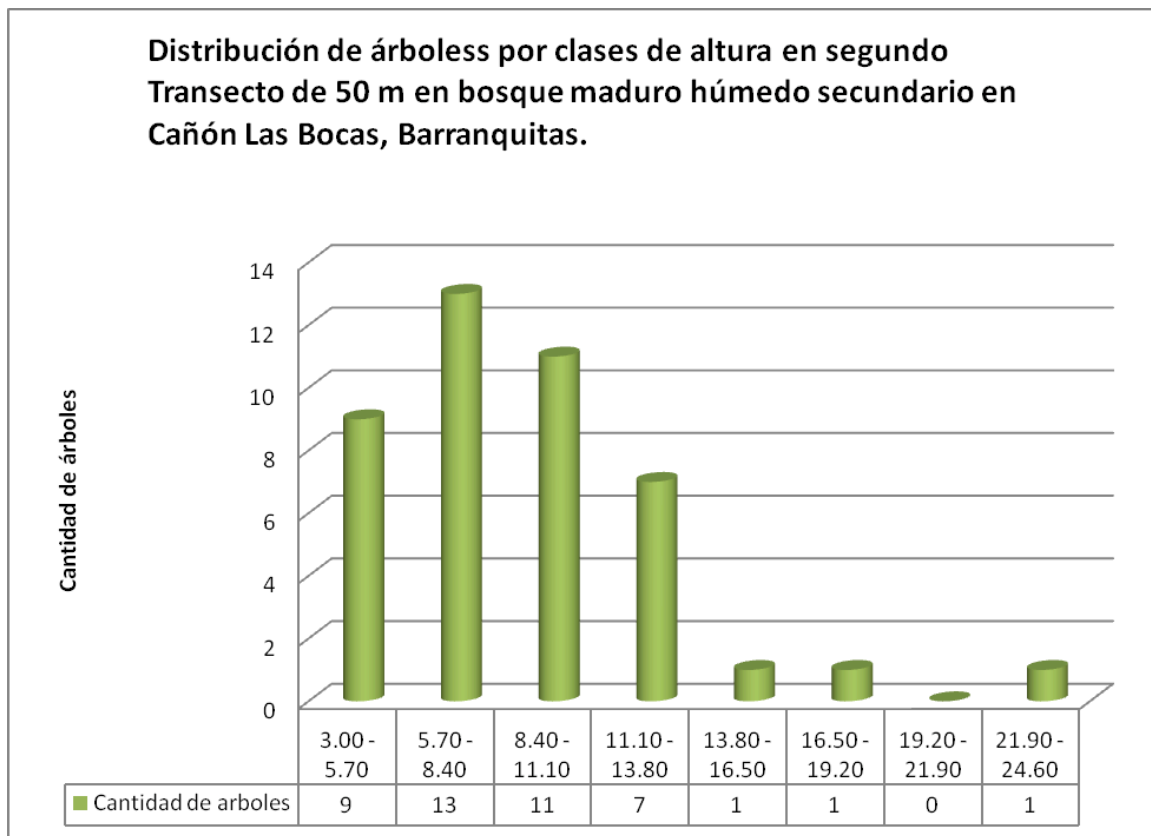




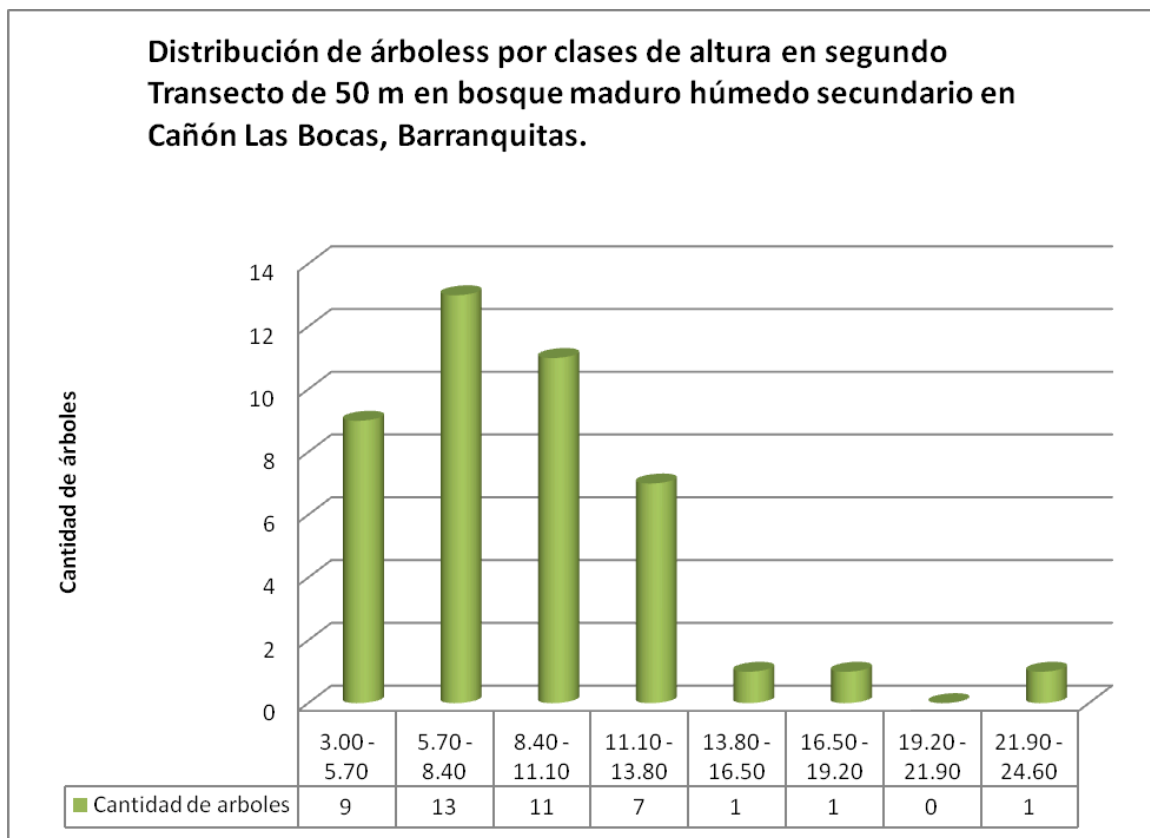
*Figura 28.* Distribución de árboles por clases diamétricas en primer Transecto de 50 m bosque maduro húmedo secundario en Cañón Las Bocas, Barranquitas.



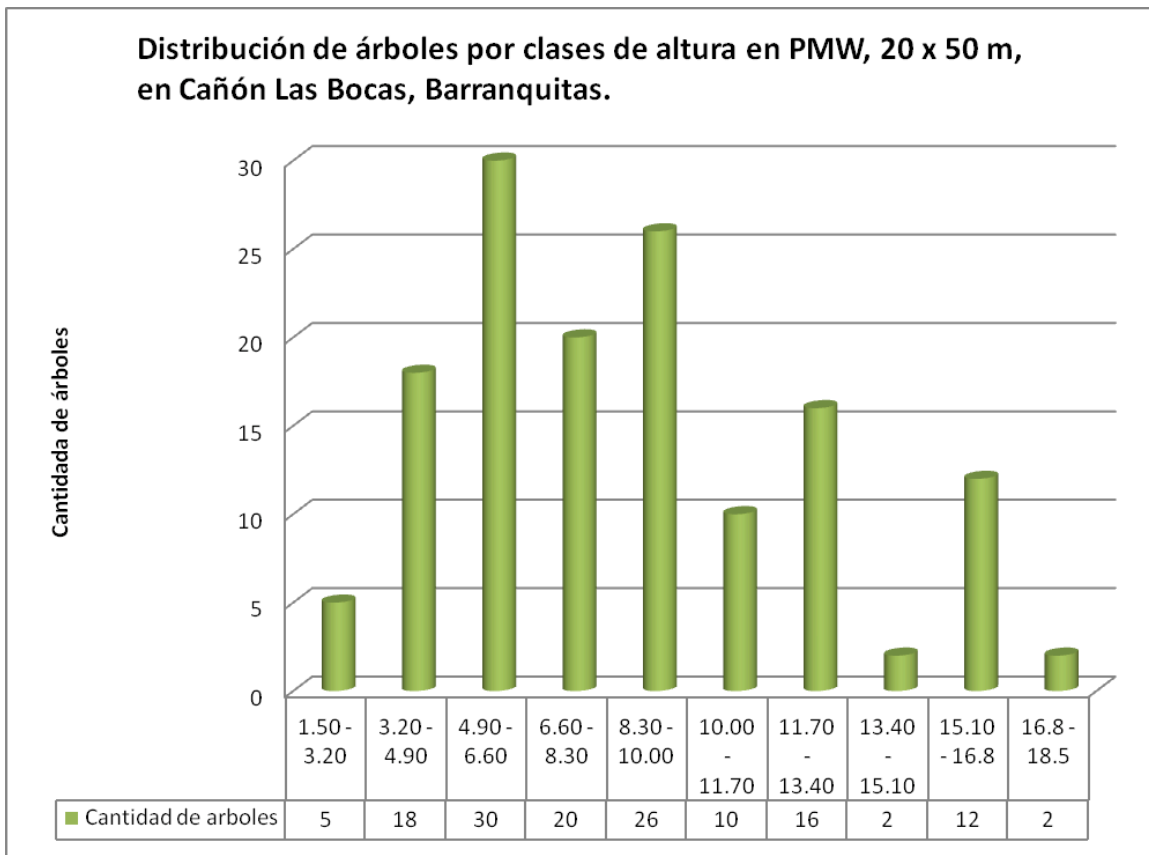
*Figura 29.* Distribución de árboles por clases diamétricas en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario en Cañón Las Bocas, Barranquitas.



*Figura 30.* Distribución de árboles por clases de altura en primer transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario en Cañón Las Bocas, Barranquitas.



*Figura 31.* Distribución de árboles por clases de altura en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario Cañón Las Bocas, Barranquitas.



*Figura 32.* Distribución de árboles por clases de altura en PMW, 20 x 50 m, en Cañón Las Bocas, Barranquitas.

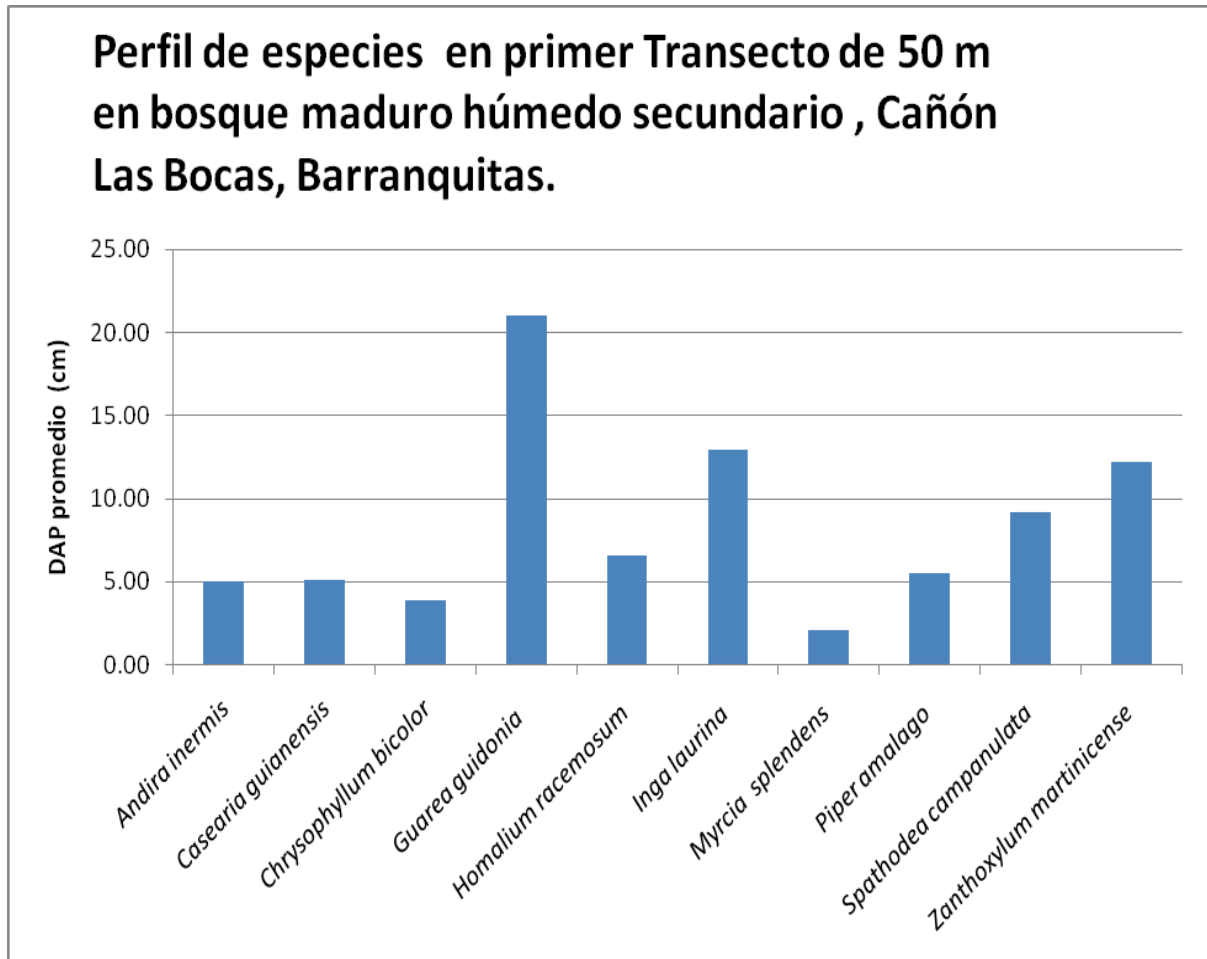


Figura 33. DAP promedio (cm) por especies en primer Transecto de 50 m, bosque maduro húmedo secundario, Cañón Las Bocas, Barranquitas.

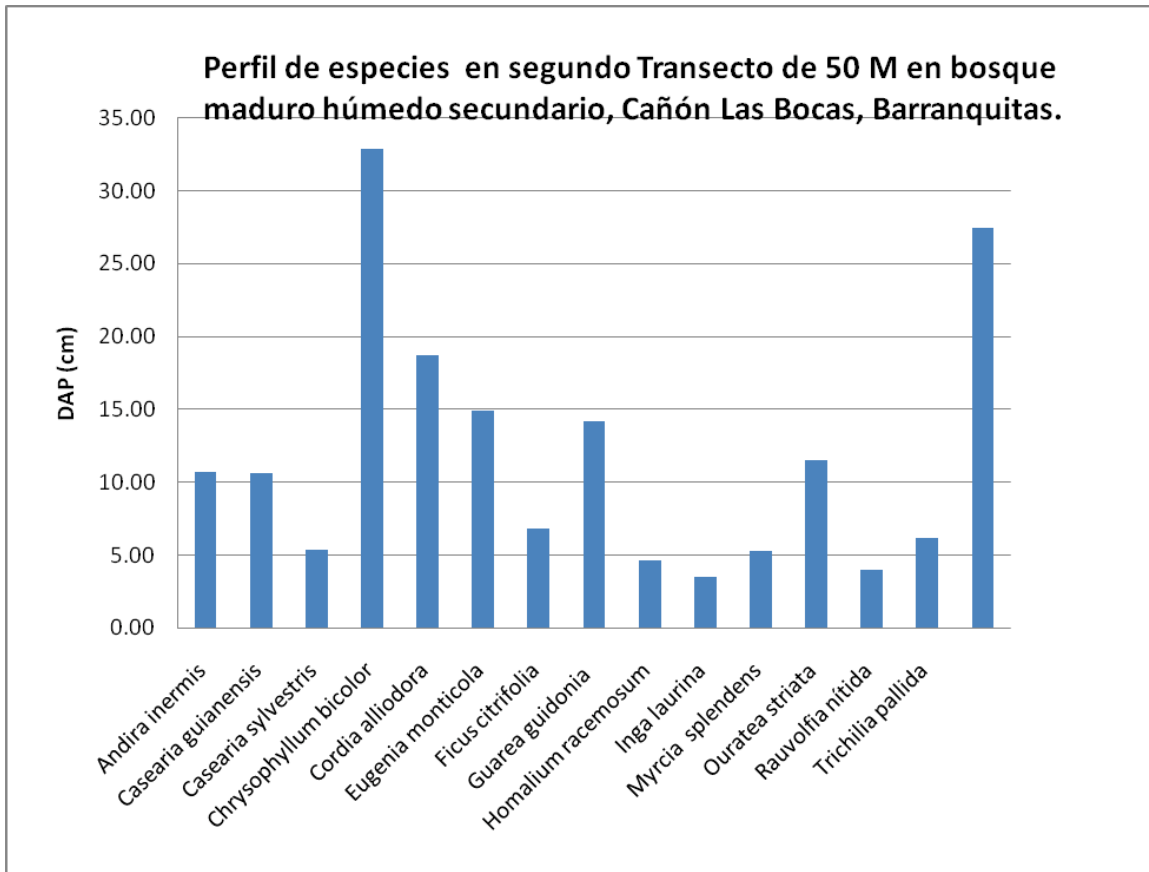
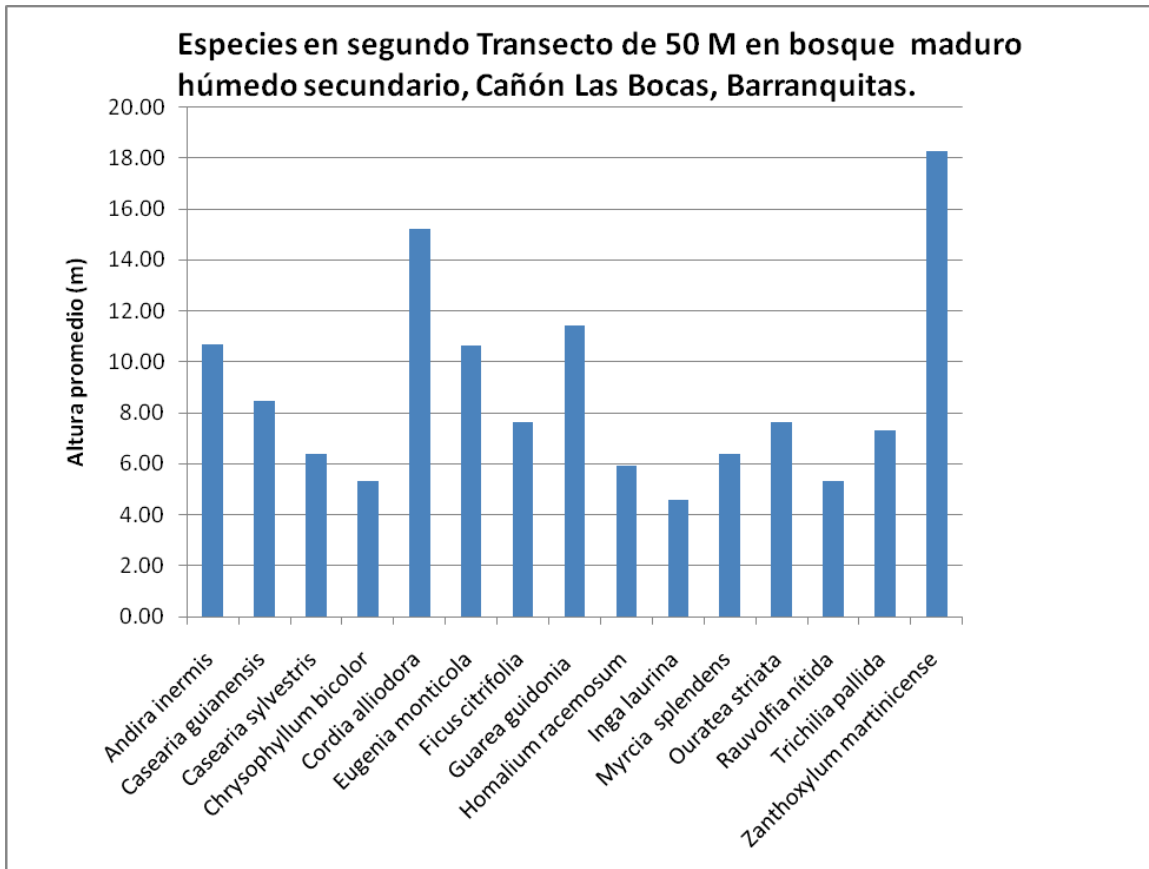


Figura 34. DAP promedio (cm) por especies en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro húmedo secundario, Cañón Las Bocas, Barranquitas.



*Figura 35.* Altura promedio (m) por especies en segundo Transecto de 50 m en bosque maduro secundario, Cañón Las Bocas, Barranquitas.



## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE 1**

### **Fotos históricas de los terrenos de Barranquitas y Comerío**

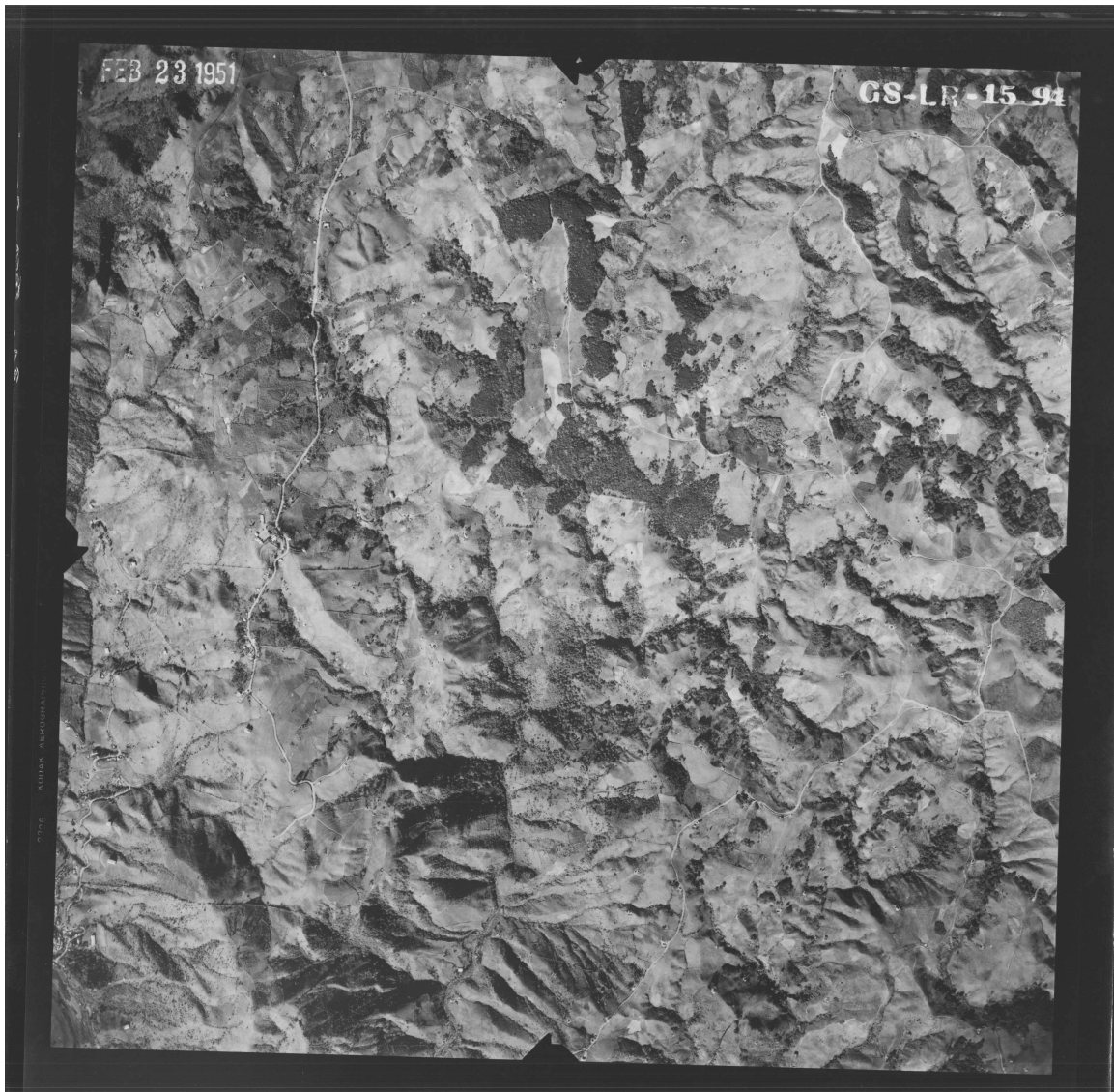


Foto aérea del 1951 de las zonas de Barranquitas y Comerío donde ubican los terrenos del Cañón Las Bocas.

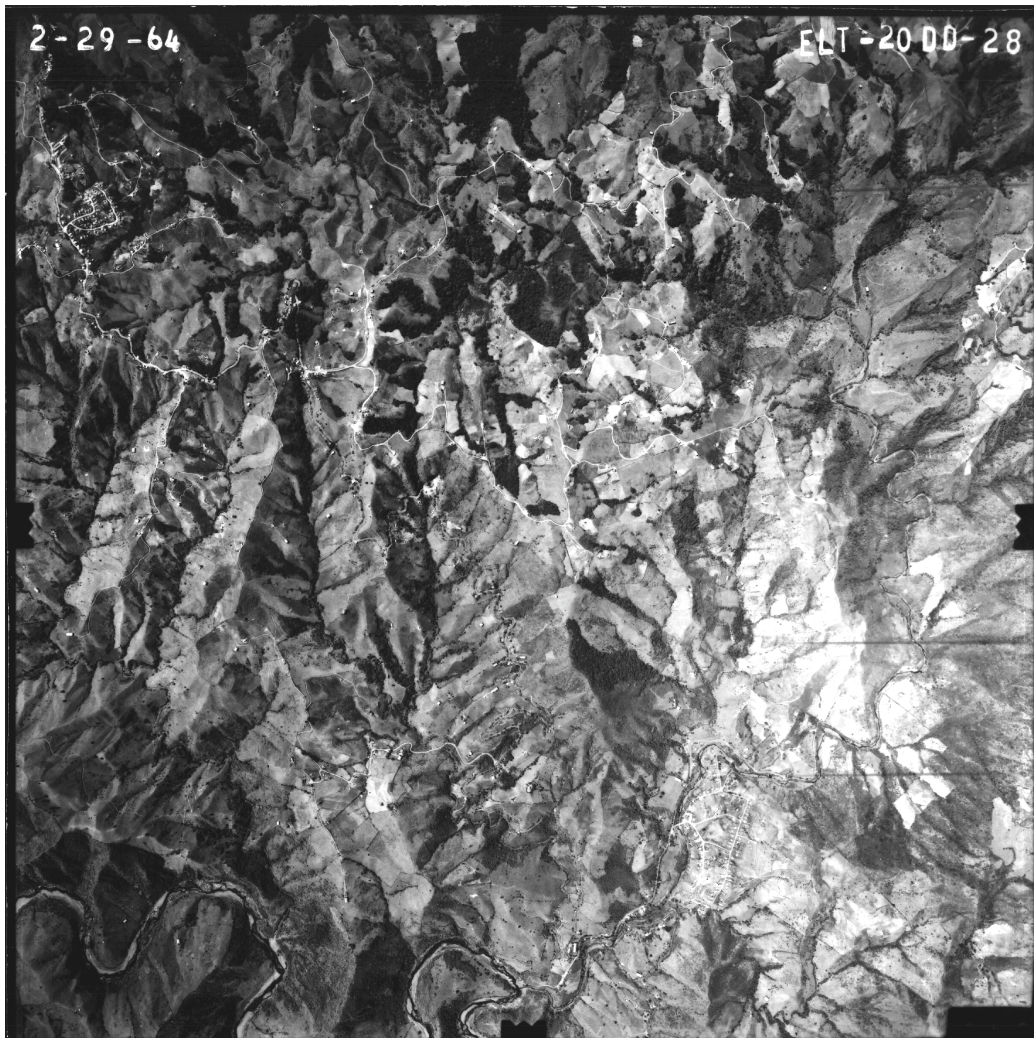


Foto aérea del 1964 de las zonas de Barranquitas y Comercio donde ubican los terrenos del Cañón Las Bocas.

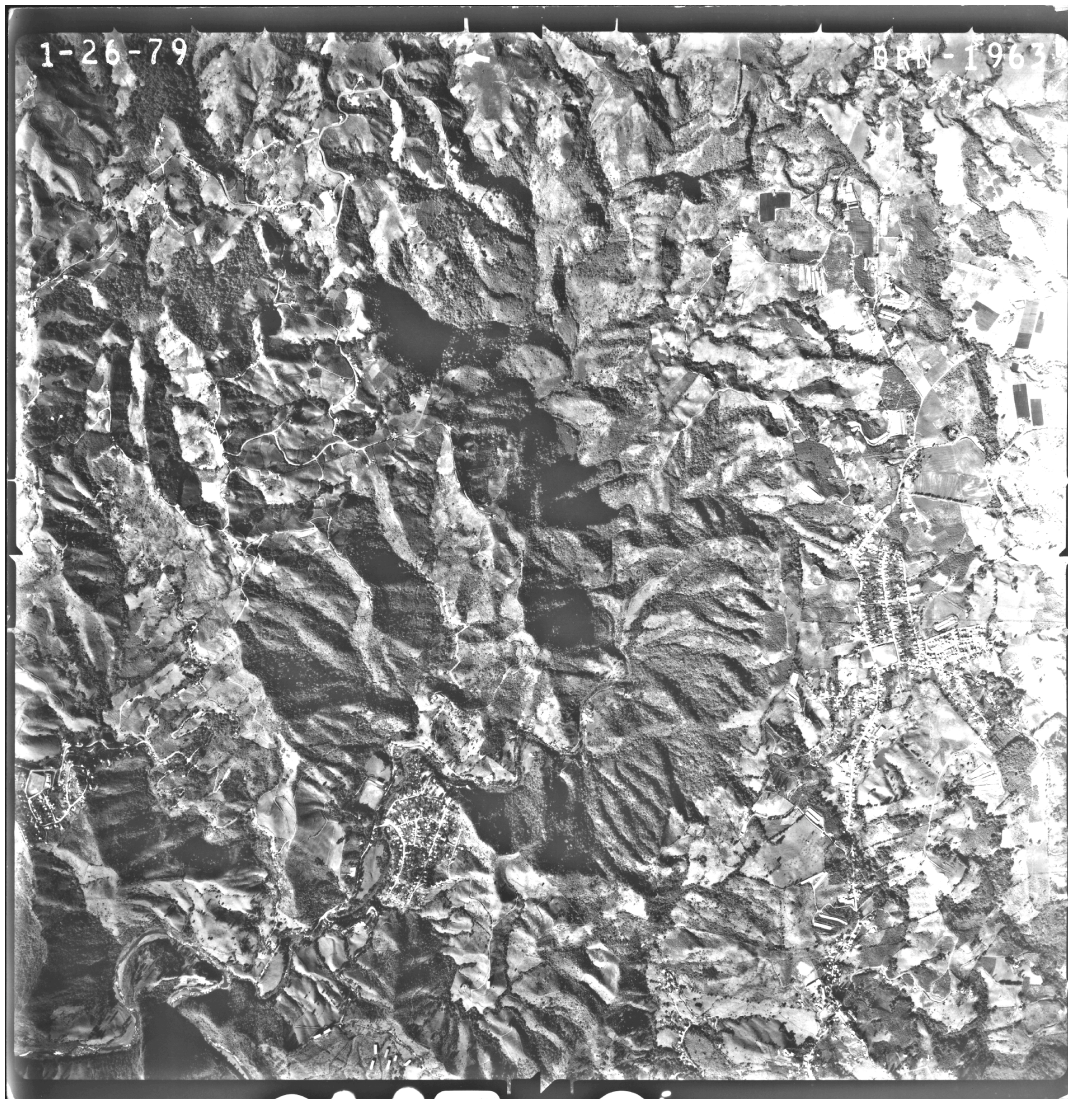


Foto aérea del 1979 de la zonas de Barranquitas y Comercio donde ubican los terrenos del Cañón Las Bocas.

## **APÉNDICE 2**

### **Descripción de suelos y geología de los terrenos que componen el Cañón Las Bocas**

**DESCRIPCION DE LOS SUELOS Y GEOLOGIA EN EL AREA DE  
OCUPACIÓN DEL “CAÑÓN LAS BOCAS”**

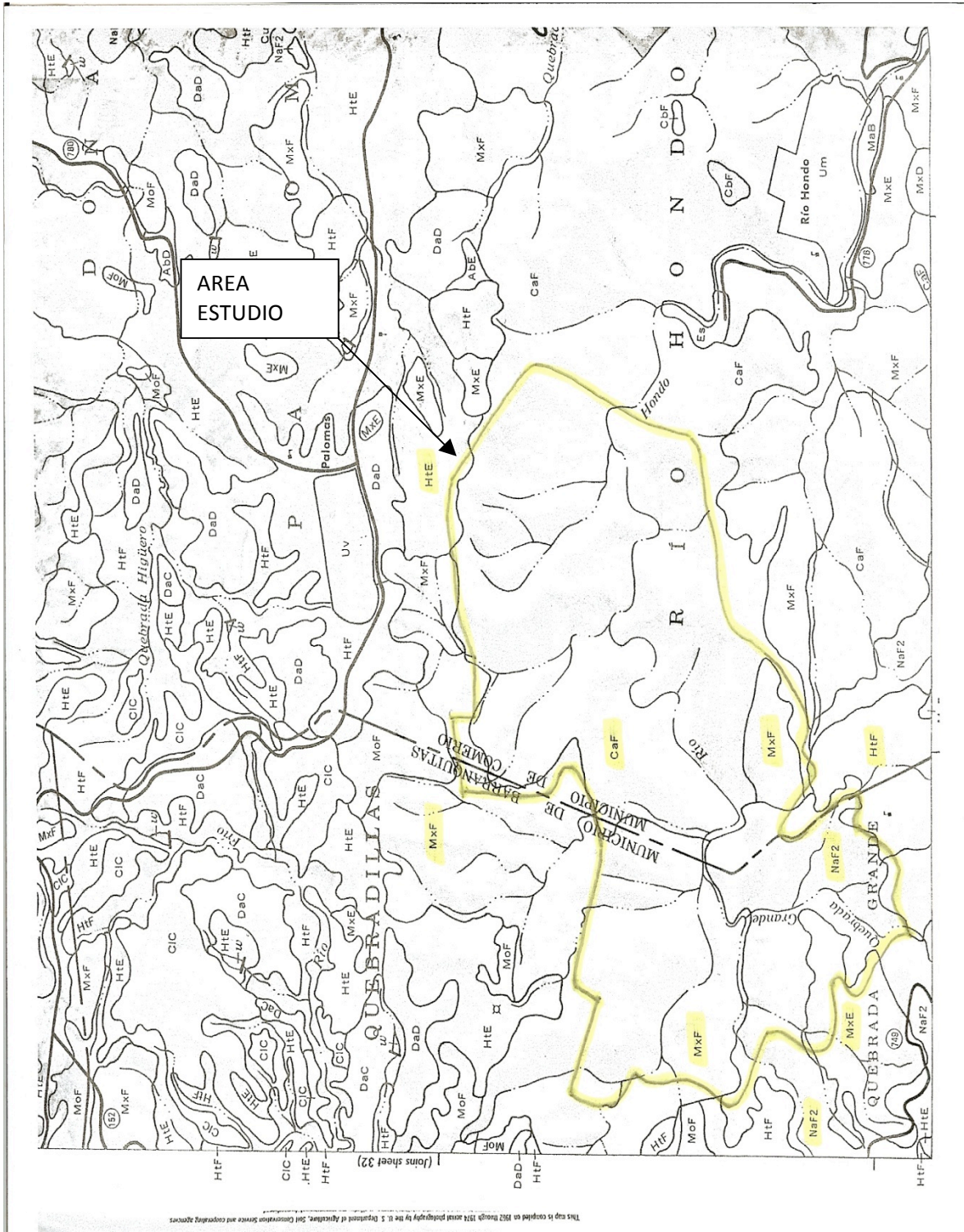
**BARRIOS QUEBRADILLAS Y QUEBRADA GRANDE DE BARRANQUITAS Y  
BARRIOS PALOMAS Y RIO HONDO DE COMERIO, PUERTO RICO.**

**Tipos de Suelos..... A**

**Geología..... B**

**A. Tipos de Suelos**

A base del catastro de suelos para el área de San Juan (“Soil Survey of San Juan Area of Puerto Rico-1978”) del Departamento de Agricultura Federal, los suelos en el área objeto de análisis pertenecen mayormente, aproximadamente un 60 por ciento, a la serie Caguabo (arcillas lómicas). Se presenta una breve descripción de las unidades comprendidas dentro de los límites de área del Cañón Las Bocas, **ver Figura S.**



**CAÑÓN LAS BOCAS, MUNICIPIOS DE BARRANQUITAS Y COMERIO, PUERTO RICO.**

**MAPA DE SUELOS**



Las unidades de suelo abarcado por el área de ocupación del Canon Las Bocas son las siguientes basado en el área de ocupación de la unidad; **CaF** (~60%), **MxF** (~20%), **NaF2** (~15%) y **HtE** con **HtF** (~5%). Una descripción de cada unidad se reseña a continuación:

**CaF-** Caguabo arcilla lómica.

Este es un suelo en laderas y cumbre enteramente bisectadas y con buen drenaje. La permeabilidad es moderada, y la disponibilidad de agua es baja. La escorrentía es rápida, y la erosión es un peligro. Los escurrimientos son comunes en áreas de corte tal como carreteras, cuentones y de drenaje. El suelo es difícil de trabajar por las pendientes del terreno, y la poca profundidad del suelo.

La capa superficial es una arcilla quebradiza de color marrón gris oscuro con unas cuatro (4) pulgadas de profundidad. Bajo esta se localiza una capa de cinco (5) pulgadas de grosor de arcilla gravosa lómica quebradiza. El substrato inicia a las 10 pulgadas siendo una mezcla de rocas volcánicas total o parcialmente meteorizadas. La roca sólida se localiza a unas 16 pulgadas.

**MxF-** Mucara arcillosa.

“Este suelo esta en laderas y cumbres fuertemente bisectadas a través de las alturas volcánicas”. Es un suelo delgado donde el escurrimiento es rápido y la pérdida del suelo es un peligro ante los efectos de la erosión. Tiene las características representativas de la unidad a nivel Isla. Estos son suelos poco profundos con buen drenaje y permeabilidad moderada.

La capa superficial es color marrón grisácea oscura, arcillosa y de unas 6 pulgadas de espesor. El subsuelo es también de color pardo gris oscuro hasta pardo, arcilloso, plástico y pegajoso. Tiene un espesor de 12 pulgadas.

El substrato es roca semi-meteorizada, y la profundidad a la roca semi-consolidada es de 22 pulgadas.

**NaF2-** Naranjito cieno arcilloso lómico.

Consiste esta serie de varios materiales arcillosos entremezclados. Se localizan en las alturas húmedas de las pendientes volcánicas, son de color rojizo, con buen

drenaje y profundidad moderada. Sus pendientes por lo general son predominantemente empinadas (40 a 60 por ciento).

Estos suelos están asociados a los suelos Mucara y Caguabo, pero tiene un perfil más profundo que estos. Esto por estar en pendientes menos afectadas por los procesos erosivos.

La capa superficial es marrón a marrón oscuro, y consiste de un material cieno arcilloso lómico quebradizo. Tiene una capa típica de 4 pulgadas de espesor.

El subsuelo tiene una profundidad de 20 pulgadas, y consiste de una arcilla estable de color rojizo pardo hasta rojo amarilloso.

El substrato empieza a las 24 pulgadas, y es una saprolita arcillosa lómica (saprolita=arcilla, cieno u otra sustancia residual).

#### **HtE** y **HtF**- Humatas arcilloso.

Ambos componentes de la Serie Humatas consisten de materiales arcillosos y caolinitas. Son suelos profundos con buen drenaje, formado en el residuo del material subyacente, por lo que es el producto de la desintegración de la roca subyacente y de la consiguiente meteorización de los minerales presentes. Están asociados al suelo Naranjito pero tienen una capa de suelo más profunda.

La diferencia entre las unidades de la Serie Humatas son las pendientes de sus provincias, la unidad **HtE** tiene una pendiente de 20 a 40 por ciento y en la unidad **HtF** es de 40 a 60 por ciento. Ambas son depósitos de arcillas en laderas y cumbre húmedas, bisectadas y con buen drenaje. La capa superficial consiste de arcilla roja quebradiza con un espesor típico de 5 pulgadas. En los dos casos el subsuelo está a unas 29 pulgadas de profundidad, consistiendo en una arcilla color rojizo mezclada con arcilla cienosa. El substrato inicia a las 34 pulgadas en profundidad y consiste de una saprolita arcillosa cienosa de color variado desde amarillo hasta rojo.

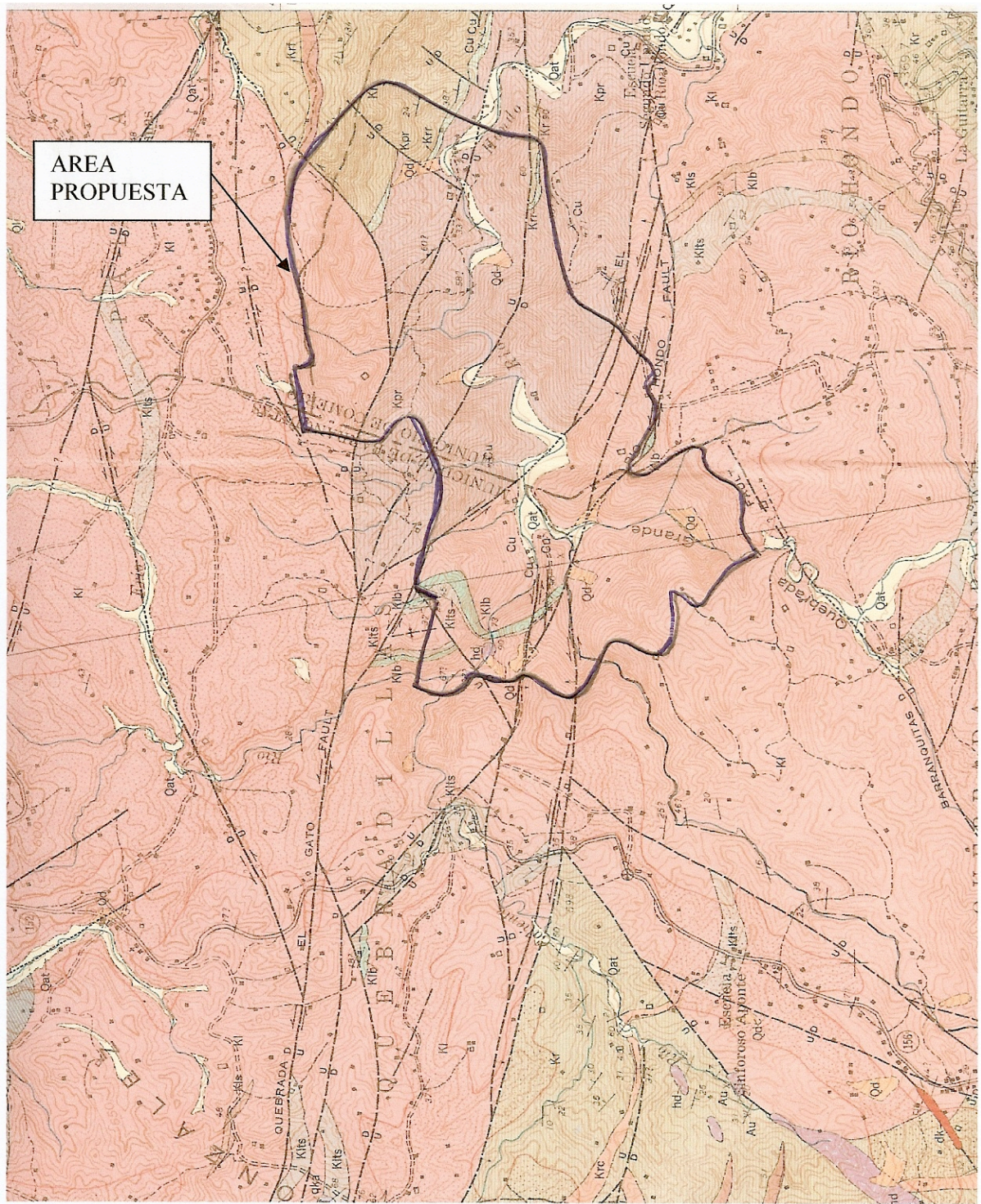
La escorrentía y la erosión son factores de consideración en estos suelos, al igual que las series antes detalladas. Son suelos de difícil laboreo por las características de plasticidad de las arcillas y la inclinación abrupta de las pendientes. La fertilidad del suelo es mediana, y el control de la erosión es la mayor preocupación durante su manejo.

## **B. Geología**

La geología del área se compone esencialmente de rocas ígneas, volcánicas, y depósitos sedimentarios. Conforme con Reginald P. Briggs y Pedro A. Gelabert (Mapa I-336 del USGS, Geología del Cuadrángulo de Barranquitas, 1962) estas rocas pertenecen a las formaciones, y Depósitos de Planicies Inundables (aluviales) y Depósitos de Arenas y Gravas, estos últimos datan de época reciente, ver **Figura G**. A continuación se detallan y describen las características más sobresalientes de las unidades geológicas presente dentro de los límites del área en consideración, estas son (en orden alfabético): Qat, Qd, hd, Kl, Klb, Klts, Kpr, Kr y Krr.

### **Qat:** Depósitos Aluviales y de Terrazas de bajo nivel.

Estos generalmente son depósitos sedimentarios dentro de los márgenes de cuerpos de agua perenne o intermitente. Comúnmente



**CAÑÓN LAS BOCAS, MUNICIPIOS DE BARRANQUITAS Y COMERIO, PR.**

A. MUÑOZ

MAPA GEOLOGICO

FIGURA. G

se componen de arenas, gravas, cieno y arcillas con buena gradación y estratificadas. Su composición litológica es producto de la intemperización de las rocas presentes en la región, las cuales se componen de materiales mayormente de origen volcánico provenientes de las provincias rocosas contiguas. En esta unidad es posible encontrar material erosionado de cuerpos rocosos intrusivos, los que se descomponen en sedimentos de tamaño desde mediano hasta grueso, y principalmente en arenas y gravas.

**Qd:** Escombros de flujos rocosos o terrígeno, y de avalanchas.

Por ser materiales que han sobrellevado un pobre proceso de modificación de sus componentes granulares, se compone esta unidad de arcillas hasta bolos (rocas hasta 3 metros en diámetro) y con pobre gradación. Esta condición de pobre gradación es resultado de haber estado sujeta a condiciones geofísicas de gran baja energía desde su punto de origen hasta el lugar de deposición.

**hd:** Diorita de hornablenda.

Esta roca es de origen ígneo, además de ser una unidad intrusiva. Físicamente tiene una constitución cristalina con moteado desde color gris hasta negro. Este moteado es producto de los minerales presentes, principalmente hornablendas y feldespatos. Estos minerales se componen de principalmente de Magnesio, Calcio, Aluminio Y hierro. En asociación se encuentran pequeños diques (“dikes”), estos son cuerpos tubulares de roca ígnea que se introducen a través de la estructura de rocas adyacentes o cuerpos masivos. En el área que nos ocupa, estos diques se encuentran tanto dentro como en los márgenes de los “stock” (cuerpo de roca plutónica que cubre un área menor de 40 millas cuadradas, con pendientes habitualmente empinadas hacia fuera) más grandes.

**Kl, Klb y Klts:** Formación L.

Las unidades geológicas que comprenden los materiales de la Formación L, identificados dentro de los límites de la reserva propuesta, se describen a continuación:

La unidad **Kl** se compone principalmente de lavas, las cuales presentan un color desde gris azulado hasta gris verdoso. Dentro de su masa es común observar fenocristales (cristales de gran tamaño que se originan durante el desarrollo inicial de la roca). Otras rocas asociadas a esta unidad son pequeños lentes de arenisca y limonita tobacea, que ocurren al azar.

El grosor de esta unidad varía desde 900 hasta 1,300 metros. Esta unidad geológica es predominante cercano y dentro de la franja de fallas desde el Río Hondo hasta el límite oeste del cuadrángulo. Además, es la unidad principal en la porción noreste del cuadrángulo de Barranquitas.

**Klb** es una unidad caliza interrumpida y de baja proyección en la región. Mayormente consiste de caliza fosilífera cristalina, y se observa en variedades del color gris. Los lentes de mayor grosor comprenden unos 60 metros.

El componente **Klts** agrupa las areniscas y limonitas tobaceas son lentes pobremente esporádicos, alguna de las localidades donde aflora es dentro de la banda de fallas en la zona del Río Hondo. En la zona de estudio esta unidad puede tener un grosor de 30 metros. Además, estos lentes se encuentran sobrepuestos a la unidad caliza **Klb**.

La edad de la Formación L es del Cretácico tardío.

**Kpr:** Rocas Pre-Formación Robles.

Esta unidad agrupa varios miembros de rocas volcánicas masivas, las que a su vez subyacen la Formación Robles. Dado a que no se han establecido criterio preciso para las unidades rocosas previo a la Formación Robles, se nombran de esta manera las rocas que subyacen esta Formación.

Los materiales presentes en el área de Barranquitas son lavas y flujos de brechas. Se pueden encontrar conglomerados y brechas de conglomerados masivos, además de limonitas y areniscas tufáceas.

En la región que nos compete esta unidad presenta un grosor aproximado de 1,500 metros. Basado en correlaciones fósiles se considera que la deposición de estos materiales ocurrió durante el Cretácico tardío.

**Kr y Krr:** Formación Robles.

La Formación Robles, dentro de los límites de la región que nos ocupa, esta constituida grandemente por areniscas y limonitas tufáceas en capas finas. Además, se puede encontrar tobas lapilli (eyectos volcánicos). Algunas lavas pueden encontrar en algunas localidades aunque de modo interrumpido. La edad de la Formación Robles está catalogada como del Cretácico superior.

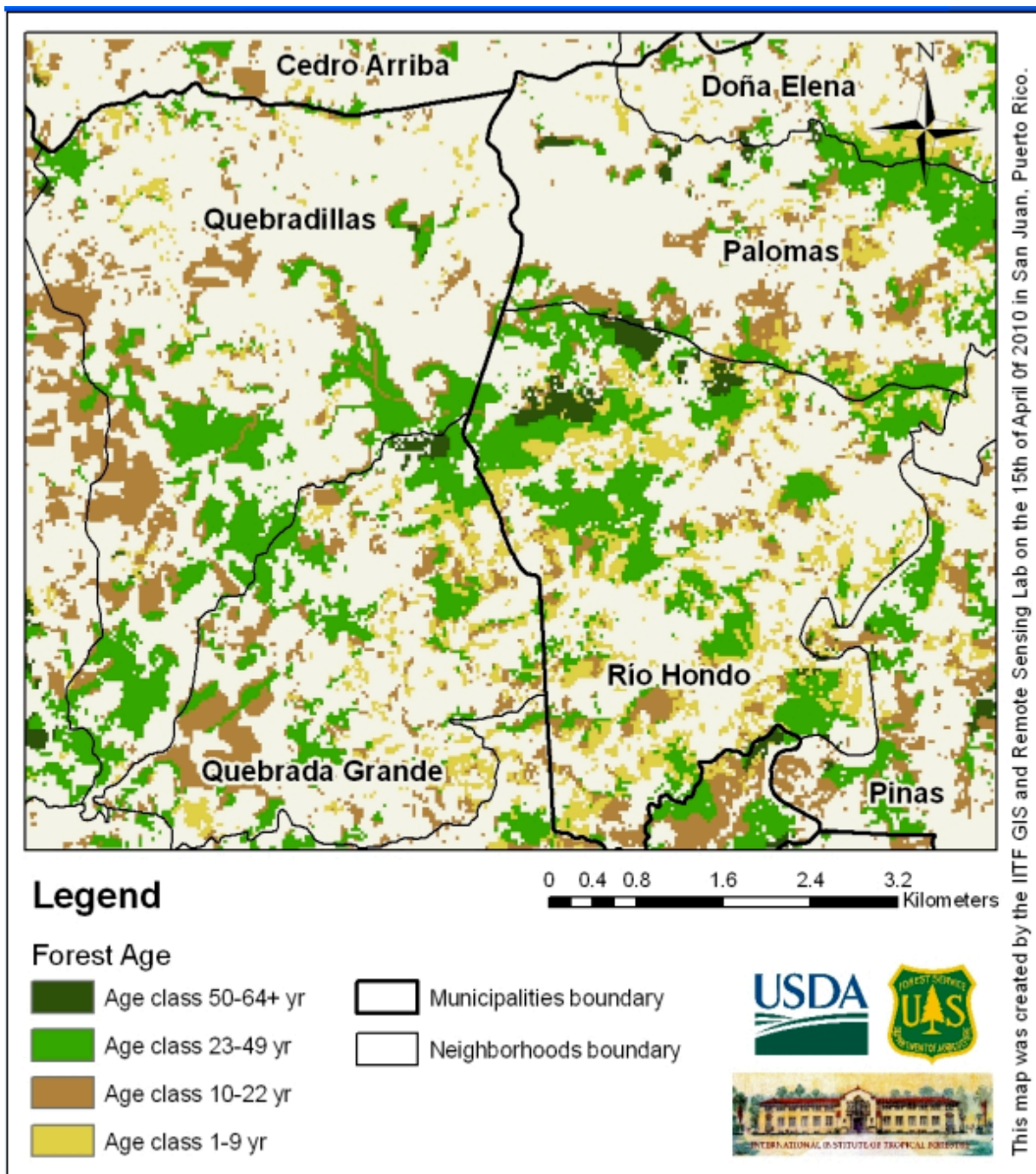
A continuación se describen las unidades de la formación en el área en evaluación:

**Kr-** predominantemente arenisca tobacea en capas finas de color gris hasta marrón claro. Otro componente de esta unidad es una toba lapilli deposita en un ambiente acuoso (“water-laid”) con tonalidad gris oscuro medio hasta gris marrón.

**Krr-** esta es una porción del miembro calizo Río Matón. Es una unidad intermitente de caliza cristalina masiva de color gris oscuro hasta mediano. Tiene un grosor máximo de 35 metros.

### **APÉNDICE 3**

#### **Mapa de edades de los bosques que conforman en área del Cañón Las Bocas**



Edades de bosque en regeneración en los terrenos que componen el área del Cañón Las Bocas, entre los barrios Quebradillas y Quebrada Grande de Barranquitas y Palomas y Río Hondo de Comerío. Este mapa fue levantado en abril de 2010, por E. Helmer y colaboradores, en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF) del Jardín Botánico, Río Piedras, Puerto Rico.