

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

**EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FORESTAL DE ZONAS
AGRÍCOLAS ABANDONADAS EN TERRENOS DEL FUTURO
ECO-PARQUE DEL TANAMÁ**

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

Por
Selinette Álvarez Rodríguez

7 de diciembre de 2009

DEDICATORIA

A las personas dedicadas a la conservación, preservación y restauración de uno de los recursos más importante para el equilibrio de nuestro planeta: los Bosques. En especial al hombre que ha dedicado gran parte de su vida para ir tras un ideal: un estilo de vida de un gran científico forestal. Al Dr. Frank H. Wadsworth por darnos un legado histórico de investigación forestal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que colaboraron en esta investigación. A la Prof. María Calixta Ortiz por su excelente enseñanza como mentora, y al comité de tesis compuesto por el Prof. Javier Vélez Arocho y el Prof. Carlos Conde Costas. Muy especialmente al Sr. Carlos M. Domínguez Cristóbal, Biólogo del USDA Forest Service (Jardín Botánico), por acompañarme al campo para la identificación de las parcelas de estudio y la revisión técnica del documento. Al Sr. Pablo Meléndez, Biólogo del DRNA (Vivero bosque Cambalache) por su apoyo técnico en la identificación de especies y obtención de datos en el campo.

Agradezco a la estudiante de Ingeniería Ambiental, Tayra Febus, a la estudiante de Ingeniería Civil, Lorraine Herrera, al Sr. Víctor J. Álvarez Ortiz y a los obreros José L. Merced y el Sr. Richard Cott por su magnífica labor en el trabajo de campo. Al Sr. Iván Ortiz, propietario de los terrenos en el futuro Eco-Parque del Tanamá, por su apoyo y por darme acceso a la finca para que este estudio se realizara. No menos importante a mi familia que me apoyó incondicionalmente hasta el final para sobrellevar esta importante etapa de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de tablas.....	vi
Lista de figuras	viii
Lista de apéndices.....	x
Lista de símbolos o abreviaturas	xi
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
Trasfondo del problema	1
Problema de estudio	2
Justificación del estudio	3
Pregunta de investigación.....	4
Meta y objetivos	4
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Trasfondo histórico	5
Marco teórico.....	8
Estudio de casos.....	14
Marco legal.....	16
Descripción del Eco-Parque del Tanamá.....	18
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	22
Introducción.....	22
Área de estudio	23
Diseño metodológico	23
Análisis.....	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
Introducción.....	28
Parcela A: Bosque de barbecho (pino caribeño)	29
Parcela B: Bosque residual juvenil (fragmentado)	36
Parcela C: Bosque residual maduro	39
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
Introducción.....	43
Parcela A: Bosque de barbecho (<i>Pinus caribaea</i> v.h.)	44
Parcela B: Bosque residual juvenil (fragmentado)	49
Parcela C: Bosque residual maduro	50
LITERATURA CITADA	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Especies con diámetro \geq de 4 cm presentes en las tres parcelas (20m x 20m) de estudio en el Eco- Parque del Tanamá	59
Tabla 2.	Abundancia de especies con diámetro \geq de 4 cm presentes en la Parcela A (20m x 20m) (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea</i> v.h.).....	60
Tabla 3.	Área basal y densidad total de árboles para la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea</i> v.h.).....	61
Tabla 4.	Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la Parcela A (bosque de barbecho de <i>Pinus caribaea</i> v.h.).....	62
Tabla 5.	Presencia de especies con diámetro \geq 4 cm en las 16 sub-parcelas (5m x 5 m) de la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea</i> v.h.) en el Eco-Parque de Tanamá	63
Tabla 6.	Presencia de especies con diámetros \geq 4 cm en la Parcela B (20m x 20m) (bosque residual juvenil).....	67
Tabla 7.	Área basal y densidad total de árboles para la parcela B (bosque residual juvenil).....	68
Tabla 8.	Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la Parcela B (bosque residual juvenil).....	69
Tabla 9.	Presencia de especies con diámetros \geq 4 cm en las 16 Subparcelas (5m x 5m) de la Parcela B (bosque residual juvenil) en el Eco-Parque del Tanamá	70
Tabla 10.	Presencia de especies con diámetros \geq 4cm en la Parcela C (20m x 20m) (bosque residual maduro).....	72
Tabla 11.	Área basal y densidad total de árboles para la parcela C (bosque residual maduro).....	73
Tabla 12.	Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la Parcela C (bosque residual maduro)	74
Tabla 13.	Presencia de especies con diámetros \geq 4cm en la Parcela C (5m x 5m) (bosque residual maduro).....	75

Tabla 14. Análisis de suelo para las parcelas de estudio en el Eco-Parque del Tanamá...	78
Tabla 15. Árboles que brindan alimento a aves presentes en las Parcelas de estudio	79
Tabla 16. Árboles recomendados a sembrarse para las Parcelas A y B.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Inventario de suelos para el área de estudio en el futuro Eco-Parque del Tanamá, Utuado	83
Figura 2. Mapa topográfico mostrando la ubicación de las parcelas bajo estudio	84
Figura 3. Temperaturas para la estación meteorológica (669608) de Utuado, para el Eco-Parque del Tanamá	85
Figura 4. Precipitación para la estación meteorológica (669608) de Utuado, para el Eco-Parque del Tanamá	86
Figura 5. Foto aérea de ecosistemas presentes en el Eco-Parque del Tanamá	87
Figura 6. Foto aérea mostrando las áreas de estudio.....	88
Figura 7. Foto aérea histórica del área de estudio 1936.....	89
Figura 8. Foto aérea histórica del área de estudio 1963.....	90
Figura 9. Foto aérea histórica del área de estudio 1977.....	91
Figura 10. Foto aérea histórica del área de estudio 2004.....	92
Figura 11. Método gráfico de Parcela: <i>Luquillo Forest Dynamic Plot (LFDP)</i>	93
Figura 12. Método gráfico de los transectos	94
Figura 13. Abundancia de especies en la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea v.h.</i>)	95
Figura 14. Área basal relativa por especie para la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea v.h.</i>)	96
Figura 15. Densidad relativa de árboles para la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea v.h.</i>)	97
Figura 16. Valor de importancia por especie para la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea v.h.</i>)	98
Figura 17. Perfil de altura en la Parcela A (bosque de barbecho <i>Pinus caribaea v.h.</i>) ..	99
Figura 18. Abundancia de especies en la Parcela B (bosque residual juvenil)	100

Figura 19. Área basal relativa por especie para la Parcela B (bosque residual juvenil)	101
Figura 20. Densidad relativa de árboles para la Parcela B (bosque residual juvenil)	102
Figura 21. Valor de importancia por especie para la Parcela B (bosque residual juvenil)	103
Figura 22. Perfil de altura en la Parcela B (bosque residual juvenil)	104
Figura 23. Abundancia de especies en la Parcela C (bosque residual maduro)	105
Figura 24. Área basal relativa por especie para la Parcela C (bosque residual maduro)	106
Figura 25. Densidad relativa de árboles para la Parcela C (bosque residual maduro)	107
Figura 26. Valor de importancia por especie para la Parcela C (bosque residual maduro)	108
Figura 27. Perfil de altura en la Parcela C (bosque residual maduro)	109

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice I. Registro fotográfico	110
Apéndice II. Hojas de Campo.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS O ABREVIATURAS

Ab	Área basal
Aba	Área basal de un árbol
Abe	Área basal de una especie
Abp	Área basal de la parcela
Abr	Área basal relativa
ALCLAT	<i>Alchornea latifolia</i> (achiotillo)
ANDINE	<i>Andira inermis</i> (moca)
BUTECT	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (granadillo)
CECSCH	<i>Cecropia scheberiana</i> (yagrumo hembra)
COFROB	<i>Coffea robusta</i> (café robusta)
CORALL	<i>Cordia alliodora</i> (capá prieto)
CUPAME	<i>Cupania americana</i> (guara)
DBH	Diámetro basal del tronco del árbol a la altura del pecho
Dap	Diámetro altura de pecho
Da	Densidad de árboles
Dae	Densidad de árboles de una especie
Dr	Densidad relativa de una especie
DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
EUGDIV	<i>Eugenia diversifolia</i>
EUGJAM	<i>Eugenia jambos</i> (pomarroza)
EXOPAN	<i>Exothea paniculata</i>

GUAGUI	<i>Guarea guidonia</i> (guaraguao)
INGLAU	<i>Inga laurina</i> (guamá)
INGVER	<i>Inga vera</i> (guaba)
LEDP	<i>Luquillo Experimental Dinamic Plot</i>
LPRA	Leyes de Puerto Rico Anotadas
MICPRA	<i>Miconia prasina</i> (camasey)
MYRSPL	<i>Myrcia splendens</i> (hoja menuda)
OCOFLO	<i>Ocotea floribundia</i> (laurel espada)
OCOLEU	<i>Ocotea leucoxylon</i> (laurel geo)
pH	Potencial de hidrógeno o nivel de ácidos o bases en una sustancia
PINCAR	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (pino caribeño / hondureño)
PIPADU	<i>Piper aduncum</i> (higuillo)
PSIGUA	<i>Psidium guajava</i> (guayaba)
PVC	Cloruro de Polivinilo
SCHMOR	<i>Schefflera morototoni</i> (yagrumo macho)
SLOBER	<i>Sloanea berteriana</i> (cacao motillo)
SP	Subparcela
Spp	Especie sin identificación
SPACAM	<i>Spathodea campanulata</i> (tulipán africano)
SRC	Suelo rústico común
TABHET	<i>Tabebuia heteropylla</i> (roble nativo)
VI	Valor de Importancia
ZANMAR	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (espino rubial)

RESUMEN

Evaluamos áreas agrícolas abandonadas en terrenos del futuro Eco-Parque del Tanamá ubicado en el municipio de Utuado para determinar la estructura y composición vegetativa del bosque secundario y proveer recomendaciones para el establecimiento y manejo de este parque eco-turístico. Medimos e identificamos las especies arbóreas en tres parcelas de la propiedad que históricamente tuvieron impacto agrícola a través del método de parcelas *Luquillo Forest Dynamic Plot* (LFDP). Tomamos los diámetros a la altura del pecho (dap) a todo árbol $\geq 4\text{cm}$, altura de los árboles y estimamos los índices estructurales (área basal, densidad de árboles y Valor de Importancia (VI) de las especies). Consideramos aspectos topográficos de la parcela como la elevación y pendientes, así como el tipo de suelo, humedad y pH. Determinamos el perfil de bosque de cada parcela. Un total de 365 árboles de 24 especies pertenecientes a 17 familias diferentes fueron documentados. De estas 24 especies, 20 son nativas, en las que cinco son especies pioneras de rápido crecimiento típicas de zonas perturbadas. Encontramos tres especies introducidas de familias diferentes (*Pinus caribaea*, *Coffea robusta* y *Sphatodea campanulata*) y una especie naturalizada (*Eugenia jambos*) conocida comúnmente como pomarroza. En la Parcela A, la especie con VI más alto fue el *Pinus caribaea*, una especie introducida de rápido crecimiento. En la Parcela B la especie con más alto VI fue la *Miconia pracina*, una especie nativa pionera de rápido crecimiento. En la Parcela C, la especie con un VI más alto fue la *Guarea guidonea*, especie nativa con un crecimiento moderado que alcanza más 20 m en su adultez. Las tres parcelas presentaron diferencias en cuanto al uso agrícola del suelo en el pasado, lo cual demuestra una estructura y composición caracterizada por la diferencia temporal de la sucesión natural. La parcela A demostró estar en una etapa temprana en el tipo de sucesión IV, dominado por especies introducidas (*Pinus caribaea*), mientras que la parcela B se encontró en una etapa temprana en el tipo de sucesión III, dominada por especies pioneras como (*Miconia pracina*) de rápido crecimiento típico de áreas perturbadas. La Parcela C demostró estar en una etapa madura en el tipo de sucesión III, dominado por especies nativas, típicas de la zona que se han utilizado para la siembra de café bajo sombra (*Inga vera*). Recomendamos un programa silvícola y de reforestación para mejorar el hábitat degradado de las parcelas A y B a consecuencia de las prácticas agrícolas y silvícolas no sustentables que por años se dieron en estos terrenos.

ABSTRACT

Three abandoned agriculture farms were assessed in the municipality of Utuado, Puerto Rico to determine the vegetation structure and composition of a secondary forest, and to provide recommendations for the development of an eco-tourism park. Tree species were measured and identified in all three parcels using the Luquillo Forest Dynamic Plot Method (LFDP). The diameter at breast height (dbh) \geq 4cm, full tree, tree height and estimated structural indices (basal area, tree density and Importance Value (IV) species) were used. Important topographical features of the site such as elevation, slope, soil type, moisture and pH were considered. Also, during the field work, the forest profile of each plot was completed. A total of 365 trees of 24 species belonging to 17 different families were documented. Of these 24 species, 20 are native, of which five are being fast-growing pioneer species typical of disturbed areas. We found three different families of introduced species (*Pinus caribaea*, *Sphatodea campanulata* and *Coffea robusta*) and a naturalized species (*Eugenia jambos*) commonly known as rose apple. On plot A, the introduced species of rapid growth IV *Pinus caribaea*, had highest grows. Plot B the species with the highest IV (importance value) was *Miconia pracina*, a native pioneer of rapid growth and on Plot C, and the species with a higher IV (importance value) was the *Guarea guidonea*, a native species with moderate growth that reaches over 20 m full grown. In the past, the three plots showed differences in agricultural land use, which shows a structure and composition characterized by the difference in time of natural succession. The plot A demonstrated an early stage of succession in the forest type IV, dominated by introduced species (*Pinus caribaea*), while plot B was found at an early stage of succession in the forest type III dominated by pioneer species such as (*Miconia pracina*) of rapid growth typical of disturbed areas. Plot C proved to be in a mature stage of succession in the forest type III, dominated by native species typical of the area that have been used for shade grown coffee (*Inga vera*). A comprehensive reforestation program aimed to improve the degraded habitat plots A and B due unsustainable agricultural and forestry practices is recommended.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema de estudio

La deforestación en Puerto Rico durante el siglo XVI y XVII obedeció principalmente a la necesidad de tierra con fines agrícolas, al uso de madera como combustible y el empleo de ésta como materia prima en la construcción de viviendas (Domínguez, 1989a; 1989b). El siglo XVIII representó para la historia la antesala a la mayor deforestación que ocurrió en la isla en el siglo XIX (Domínguez, 1989c). Mientras que la llegada del siglo XX marcó una nueva época en la situación forestal de la isla. A partir de la década de los años 50 y a raíz de la entrada de la industrialización en Puerto Rico se abandonaron buena cantidad de terrenos agrícolas. Actualmente, ese abandono ha dado paso a la recuperación natural de la vegetación arbórea y se han creado nuevos bosques que han colonizado lo que apenas décadas atrás eran grandes campos de caña de azúcar, cafetales, tabaco y otros frutos (la deforestación del terreno para el cultivo de estos productos es diferente).

La situación de los terrenos agrícolas abandonados se extiende a través de todo Puerto Rico. Sin embargo, es en los municipios localizados en la región montañosa donde es más evidente el fenómeno de la recuperación de la vegetación arbórea. Los municipios como Utuado, Lares y Adjuntas donde muchas de las tierras fueron utilizadas para el cultivo del café son de especial interés para el estudio de la recuperación forestal.

En esta zona cafetalera se han identificado terrenos agrícolas abandonados que han desarrollado bosques secundarios y existe un potencial interés en desarrollo

proyectos eco turístico. Este es el caso del Eco-Parque del Tanamá. Este proyecto será desarrollado en un predio localizado en el barrio Ángeles del municipio de Utuado cerca de la colindancia con los municipios de Lares y Adjuntas. El Eco-Parque del Tanamá es un proyecto turístico centrado en actividades de contacto con la naturaleza y la cultura de la región central montañosa de la Isla. El proyecto combinará elementos de turismo ecológico y agrícola, investigación científica y educación. El predio donde se desarrollará este proyecto de ecoturismo tiene una cabida de aproximadamente 200 cuerdas y fue utilizado históricamente para la agricultura para el cultivo de caña, café, frutos menores y para el pastoreo de ganado (Sr. Dolores González; capataz, com.per.). Uno de los ecosistemas centrales en este predio es la presencia de un área forestal con vegetación arbórea, típico de la zona montañosa. Ya que parte de esa área forestal está en proceso de reversión natural, queremos conocer cuál es la estructura y composición de la vegetación leñosa y cuáles estrategias de manejo se pueden implementar en las áreas de estudio.

Problema de estudio

En la actualidad no se ha evaluado la cobertura forestal en áreas agrícolas abandonadas en terrenos pertenecientes al proyecto del Eco-Parque del Tanamá localizado en el municipio de Utuado cerca de los límites con el municipio de Lares. A pesar de que se han realizado varios inventarios de la cobertura forestal en la Isla a través del tiempo, la información disponible es limitada en términos de la escala, localización, entre otros parámetros como el tipo de suelo, el tipo de uso del suelo, la intensidad de ese uso, el tiempo de uso y el tiempo de abandono de ese suelo.

Justificación

Es importante evaluar estas áreas agrícolas abandonadas para determinar la estructura y composición vegetativa del bosque secundario y generar una serie de recomendaciones futuras que serán de utilidad para el establecimiento y manejo de este parque eco-turístico. Esto permitirá establecer veredas interpretativas para el contacto y aprendizaje de los visitantes de la flora y fauna del lugar. También permitirá la implementación de parcelas permanentes de investigación para futuros estudios a largo plazo sobre los bosques tropicales secundarios establecidos en áreas agrícolas abandonadas en el Eco Parque del Tanamá.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la estructura y composición arbórea del bosque secundario que se ha desarrollado en las áreas agrícolas abandonadas en el Eco-Parque del Tanamá?

Meta

Evaluar la estructura y composición de la vegetación arbórea en zonas agrícolas abandonadas en el Eco-Parque del Tanamá para establecer estrategias de manejo.

Objetivos

1. Identificar y describir dentro del Eco -Parque del Tanamá áreas que estén en un proceso de reversión natural, que hayan sido utilizadas para la agricultura y posteriormente abandonadas para determinar zonas de prioridad.

2. Evaluar y determinar la estructura y composición de la vegetación arbórea en las áreas que estén en un proceso de reversión natural para establecer estrategias de manejo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico de la situación forestal de Puerto Rico

En el siglo XVI, gran parte de la superficie de la isla de Puerto Rico estaba cubierta por bosques maduros. La deforestación en la isla durante el siglo XVI y XVII obedeció a la necesidad de tierra con fines agrícolas y el uso de la madera como combustible (Domínguez, 1989a). El siglo XVIII representó para la historia la antesala a la mayor deforestación que ocurrió en la isla en el siglo XIX (Domínguez, 1989b; 1989c). Como consecuencia de esa gran deforestación, en el 1824 surgió la primera ley en Puerto Rico de conservación de bosques. En el 1876, España proclamó a El Yunque como Reserva Forestal, haciendo de ésta una de las más antiguas en el hemisferio occidental (Servicio Forestal del Departamento de Agricultura Federal, 1999).

A comienzos del siglo XIX hasta la década de los años cuarenta del siglo XX, la cobertura forestal de la isla sufrió grandes cambios causados por el desarrollo de cultivos agrícolas, hasta reducir a un 6% la cobertura forestal (Helmer et al., 2002). Mientras que el advenimiento del siglo XX marcó una nueva época en la situación forestal de la isla, en el cual la agricultura dejó de ser un componente importante en la economía de la isla a mediados de ese siglo (Domínguez, 1989d).

En el 1920 dio comienzo el programa a gran escala de plantaciones experimentales con especies exóticas y nativas a través de Puerto Rico. En 1934, dio comienzo otro programa muy importante de reforestación en los bosques públicos que duró 12 años, cuando se sembró 18,000 acres con 53 especies de árboles, de las cuales 28

eran nativos (USDA, Forest Service, 2008). El abandono de las tierras agrícolas surgió como resultado de promover una economía industrial. Ese abandono dio paso a la recuperación natural de la vegetación leñosa del lugar y se han desarrollado zonas boscosas que han colonizado lo que eran grandes campos de caña de azúcar, cafetales y otros frutos.

En el 1980 se concluyó el primer inventario forestal en Puerto Rico, el cual tuvo como objetivo principal el evaluar el potencial de producción maderera en los bosques de la isla (Birdsey et al., 1982). La estimación de la superficie forestal de la isla con fines comerciales y no comerciales se hizo a partir de fotografías aéreas, aunque la cobertura era incompleta. Fueron instaladas parcelas permanentes en dos de las seis zonas de vida de Holdridge en la isla (como se describe en Ewel & Whitmore, 1973), las cuales se consideraron que tenían el potencial para la producción comercial: el bosque subtropical muy húmedo y bosque subtropical húmedo (Birdsey et al., 1982). Las áreas de llanuras aluviales, las zonas urbanas, los bosques públicos, bosques de manglares, áreas con suelos más pobres, seco subtropical, las cuestas empinadas (> 60%) y las cuencas hidrográficas críticas con alta precipitación fueron excluidas de la estimación. Este inventario estimó una cobertura forestal de 279,000 ha (Brandeis et al., 2008). Dicho inventario reveló que para el 1980, el 46% del área total eran bosques secundarios, un 29% del área eran zonas de café abandonadas, mientras que el 16% eran áreas activas de café bajo sombra y sólo un 9% eran áreas no inventariadas (Franco et al., 1997).

En el 1985, se realizó una actualización, donde se hizo una nueva y más completa estimación de la superficie forestal con fotografías aéreas de toda la isla. Los tipos de bosques incluidos en la estimación de cubierta forestal se ampliaron para incluir a todos,

salvo los bosques montanos y plantaciones. Dicho inventario reflejó un área forestal de 299,900 ha, el cual demostró un aumento de 20,900 ha respecto al inventario anterior. Durante cuatro décadas se marcó un cambio en el abandono de tierras cultivables, llevando a una disminución de la agricultura para adentrarse a una nueva era industrial. Esta transición o abandono dio un periodo de reversión o sucesión natural, la cual resultó en un aumento dramático de la cobertura forestal de la isla de un 6% en la década de los 50 a un 32% en la década de los 90 (CEDES et al., 2008).

Este inventario de cobertura forestal de 1990, reflejó que el 79% del área total de la isla era bosque secundario, el 16% eran áreas abandonadas de café bajo sombra y solo el 5% eran áreas activas de café bajo sombra. Aunque los resultados de este inventario demostraron un aumento en el área forestal y el desarrollo de rodales a partir de 1980, el cálculo de área forestal de 287,400 fue menor que el de 1985 (Franco et al., 1987). Según el estudio de Franco et al. (1997), se le atribuyó el aumento en la cobertura forestal observado entre los inventarios de 1980 y 1990 a la reversión continua de terrenos cosechados y terrenos de pastoreos abandonados, que en ese entonces, aún superaba la pérdida de cubierta forestal causada por la conversión a usos no forestal del terreno. Por ejemplo, los cafetales bajo sombra disminuyeron aproximadamente a la mitad a medida que los rodales abandonados se reclasificaron como bosques secundarios o se convirtieron a otros usos agrícolas como en la producción de café al sol.

El inventario realizado entre 1991 al 1992 mediante un mapeo de la distribución vegetativa y el uso de terreno, reflejó que la cobertura forestal era de un 41.6% del área total de la superficie de la isla (Helmer et al., 2002). El mapeo de cobertura de terreno (análisis de GAP) finalizado en el 2003 reflejó que el incremento forestal de la isla fue de

un 53%, la cual incluyó bosques abiertos y arbustos (Gould et al., 2007). Según Guold et al., sólo una mínima parte del territorio de la isla un 7.6% se encuentra protegido con algún manejo para biodiversidad. Para el 2004 la cobertura forestal de la isla había aumentado en 211,653 ha, lo cual aumentó a 57% (Brandeis et al., 2008). Los terrenos forestales de la isla se componen de bosques secundarios y sólo el 1% de la cobertura forestal está compuesto por bosques primarios.

Los inventarios forestales han demostrado un aumento general en los terrenos forestales de la isla debido a la regeneración natural de tierras agrícolas abandonadas. La mayor parte de ese abandono ha sido en áreas montañosas escarpadas, el 60 % de los bosques con masa madura se encuentran en áreas con pendientes de $> 45\%$, donde era difícil sostener la agricultura y en donde dicha práctica usualmente causaba una erosión severa del suelo (Birdsey & Weaver, 1982).

Clasificación y cobertura de los bosques en Puerto Rico

El modelo de Holdridge define las zonas de vida ecológicas usando la precipitación promedio anual y la biotemperatura promedio anual. Las seis zonas de vida forestal presentes en la isla son los siguientes: bosque subtropical seco, bosque subtropical húmedo, bosque subtropical muy húmedo, bosque subtropical pluvial, bosque subtropical muy húmedo montano bajo y bosque subtropical pluvial montano bajo.

Los bosques subtropicales húmedos ocupan 258,861 ha de superficie de nuestra isla, más que cualquier otra zona de vida forestal se define como: clasificación de bosque maderable basada en zona de vida y tipo de bosque. Mientras los bosques subtropicales muy húmedos y pluviales ocupan alrededor de 161,503 ha. Los bosques húmedos y

pluviales montanos bajos cubren unos 11,722 ha en elevaciones más altas y los bosques secos ocupan 50,346 ha mientras que los manglares ocupan 7,920 ha de la costa de Puerto Rico (Brandeis et al., 2008).

Clasificación de terrenos forestales

El suelo forestal se refiere al grueso total del material orgánico que yace sobre el suelo mineral; consiste de la hojarasca y el mantillo (humus). Los terrenos forestales se definen de la siguiente manera: por ejemplo en el Caribe, la tierra en la que árboles forestales de cualquier tamaño proveen un mínimo de 10 % de cobertura de dosel o tierra que antes tuvo dicha cobertura de árboles y en la actualidad no está desarrollada para un uso no forestal (entiéndase por árbol: planta leñosa que tiene en su madurez un fuste o tronco perenne erecto con un diámetro altura de pecho (DAP) mínimo de 7.6 cm, una copa más o menos definida de follaje y una altura mínima de 4m. Sólo las áreas de por lo menos 0.4 ha se pueden clasificar como terreno forestal. Las franjas de árboles a lo largo de carreteras, a lo largo de arroyos y las franjas de árboles rompe vientos deberán tener un ancho de copa de por lo menos 36 m para satisfacer los requisitos de terreno forestal. También se incluyen los terrenos boscosos de pastoreo, los campos revertidos (el término *reversión* se refiere a cuando un terreno que estaba en condiciones no forestales está en proceso de revertirse a terreno forestal) y pastizales que no reciben mantenimiento activo, siempre y cuando cumplan con los requisitos de tamaño antes mencionados (Wadsworth, 2000).

Un bosque primario es aquel que no ha sufrido perturbaciones significativas por la intervención humana. Por consiguiente, cualquier modificación hecha por los seres humanos en un bosque primario anula su condición de primario (Nebel & Wright, 1999). El término *bosque secundario* se aplica al crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica del bosque previo (por ejemplo la tala rasa, incendios graves o ataques de insectos (Ford-Robertson, 1971). De los bosques remanentes en 76 países tropicales en el año 1980, al menos la mitad eran bosques secundarios (FAO, 1982), de los cuales, casi 9 millones de kilómetros cuadrados eran potencialmente productivos.

Existen dos grandes categorías de bosques secundarios. Uno son 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. Ya que nunca han sido talados completamente, estos bosques retienen algunas de sus características anteriores. La segunda categoría es llamada bosque de barbecho o voluntarios, el cual consiste, en su mayor parte, del crecimiento espontáneo que surge después de un cultivo periódico. A este bosque le falta tanto la estructura como la composición de un bosque maduro, porque está compuesto principalmente por especies pioneras, ya que se eliminó completamente el bosque (Wadsworth, 2000).

Los bosques secundarios, residuales o voluntarios cambian continuamente durante la sucesión, un proceso mediante el cual los organismos mejor adaptados al desarrollo nuevo del ambiente forestal, gradualmente reemplazan a los organismos de las etapas previas. La sucesión sigue un patrón, comúnmente es controlada y razonablemente orientada, y por consiguiente se puede predecir. Culmina en un ecosistema estable donde

se mantiene la función máxima simbiótica entre los organismos (Odum, 1969). La sucesión aumenta la estabilidad general del bosque como ecosistema aumentando la resistencia a las perturbaciones (Queensland Department of Forestry, 1983).

La sucesión se clasifica en primaria y secundaria. La sucesión primaria se desarrolla sobre sustratos que nunca tuvieron vegetación, como materiales de origen volcánico y materiales expuestos a derrumbes, cada sustrato es colonizado por vegetación natural. La sucesión secundaria se desarrolla en sitios abandonados después que la vegetación natural es destruida. Frecuentemente se inicia en tierras que han sido cultivadas por un tiempo y luego fueron abandonadas, también cualquier fenómeno natural (fuego, huracanes etc.) que destruya un bosque da comienzo una sucesión secundaria.

La sucesión secundaria consiste de cuatro etapas encontradas en el bosque de especies latifoliadas en la zona norte templada, las cuales pueden ser aplicadas a los trópicos (Bormann & Likens, 1981). La primera etapa es la reorganización, la materia orgánica total disminuye, a pesar de que la biomasa viviente aumenta. La segunda etapa es la acumulación o agradación, en la que el sistema acumula biomasa y hojarasca hasta alcanzar un punto máximo. La tercera etapa es la de transición, en la que la biomasa y la hojarasca declina hasta cierto punto. La última etapa es la estabilidad, en la que la biomasa y la hojarasca fluctúan alrededor de un promedio relativamente constante.

En estudios realizados por Lugo, (2001), se diferenció entre cuatro tipos de sucesión de bosque en Puerto Rico según, la clasificación de sucesiones de Parrotta & Turnbull, (1997). El tipo I se produce después de perturbaciones naturales, como los huracanes en los bosques primarios de la sierra de Luquillo. La sucesión tipo II se produce después de perturbaciones naturales en bosques secundarios maduros nativos. La

especie nativa pionera *Cecropia scheberiana* domina las primeras etapas de la sucesión I y II en los bosques húmedos y hay muy pocas o ningunas especies exóticas. El tipo de sucesión III se produce después del abandono de tierras forestales que han experimentado un ciclo de deforestación por el uso agrícola y posteriormente abandonadas. Este tipo de sucesión en estas tierras es natural, pero la presencia de especies nativas pioneras son poco comunes; por tal razón, las especies exóticas dominan las primeras etapas de la sucesión III en la zona ecológica más extensa de Puerto Rico. Las especies exóticas dominan el tipo de sucesión IV, el cual se produce en las tierras que se encuentran en un estado de sucesión detenida o el terreno está tan degradado después del uso humano, que los árboles deben plantarse para poner en marcha la sucesión.

Composición y estructura forestal

La composición forestal se enfoca en la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad) (Peet 1974). Por otro lado, la estructura forestal tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida. La estructura forestal es un buen indicador de la biodiversidad del sistema y es uno de los aspectos más relevantes en el ámbito forestal, ya que es fácilmente modificable a través de la silvicultura, por lo que su adecuado conocimiento es indispensable para garantizar una gestión sostenible (del Río et al., 2003).

Por otra parte, la estructura forestal está directamente relacionada con su estabilidad frente a distintos factores bióticos y abióticos, así como con los beneficios

directos (productos) e indirectos (fijación de carbono, paisaje, protección de suelo entre otros). Dentro de los elementos que componen la estructura de un ecosistema forestal, los árboles suponen el más relevante; las distintas especies presentan diferentes características morfológicas y dan lugar a diferentes estructuras. El diámetro medio, la distribución diamétrica, la altura, la densidad y la competencia entre individuos son importantes características de la estructura forestal (del Río et al., 2003).

Los elementos de la estructura pueden estar relacionados con los diferentes nichos ecológicos y con la presencia de muchas especies; un ejemplo es la relación existente entre la densidad y distribución de grandes árboles, arbustos y las especies de aves presentes en zonas en las que se han realizado cortes de regeneración (Schieck et al., 2000). La estructura de la masa forestal es la forma en que estos elementos se organizan en el espacio. De acuerdo con Gadow y Hui, (1999), se puede describir la estructura de un rodal mediante tres características: posición o distribución espacial, diversidad y mezcla de especies y diferenciación, tanto vertical como horizontal.

Manejo forestal

Los bosques tropicales se han considerado frágiles y de fácil conversión a ecosistemas altamente degradados, dicha visión lleva a una estrategia de manejo preservacionista que, a pesar de sus meritos, no es el único enfoque para soluciones sustentables (Lugo, 2001). Ese paradigma de fragilidad se ha descartado como resultado de estudios ecológicos recientes (Lugo, 1995; Lugo et al., 2000). Los bosques están adaptados y expuestos a perturbaciones naturales que requieren respuestas elásticas para prevalecer en ambientes con perturbaciones periódicas, de hecho las especies pioneras

dominantes en el dosel del bosque requieren de perturbaciones para asegurar su regeneración (Lugo, 2001). Los bosques se consideran resistentes y elásticos (*resilient* en inglés) a perturbaciones naturales, pero son vulnerables a transformaciones antropogénicas, lo cual da paso a un estilo de conservación distinto al de preservación.

Manejo es el uso de análisis holístico para dirigir actividades que permitan obtener productos y servicios de los sistemas, a la vez que se conserva la biodiversidad. Las acciones de manejo puede ser específicas y dirigidas a componentes particulares del sistema. Algunos paradigmas que rigen el manejo de ecosistemas son los siguientes: la visión dinámica del estado del ecosistema en contraste con ideas de sistemas en estado estable, el manejo de un punto de vista elástico en vez de estabilidad considera la perturbación como parte integral de los ecosistemas. También hay que considerar el legado de actividad humana y las escalas de tiempo y espacio y las velocidades de cambio (Lugo, 2001).

Estudios de reversión forestal en zonas agrícolas abandonadas

En un estudio sobre la recuperación de zonas agrícolas abandonadas realizado en la República Dominicana se encontró que el interés por los bosques tropicales secundarios ha crecido debido a que grandes extensiones de áreas agrícolas han sido abandonadas en las últimas décadas. Aun así, en los trópicos hay pocos estudios a largo plazo sobre la recuperación de la vegetación de zonas agrícolas abandonadas (Martin, Sherman & Fahey, 2003).

Un estudio sobre la dinámica de perturbación – recuperación de las zonas forestales en México concluyó que pese a la plena conciencia sobre los graves problemas

de deforestación que sufren los bosques, existen muy pocos estudios detallados que permitan identificar, de forma precisa, las dinámicas de perturbación- recuperación a que estos ecosistemas se encuentran sujetos (Franco, Regil & Ordóñez, 2006).

Marco, Aide & Báez (2002) realizaron un estudio en la cordillera central de Puerto Rico, en los municipios de Utuado y Jayuya, sobre la regeneración del bosque en áreas abandonadas por la agricultura. Los autores describieron la estructura del bosque y la composición de especies en plantaciones de café al sol, café bajo sombra y áreas de pastoreo. En dicho estudio se concluyó que ciertas especies nativas como (*Guarea guidonia*, *Casearia sylvestris*, *Ocotea leucoxylon*) estuvieron presentes independientemente del uso histórico de la tierra, mientras que otras como (*Sloanea berteriana*, *Dacryodes excelsa*, *Manikara bidentata*) fueron poco frecuentes o ausentes en la mayoría de los bosques secundarios estudiados. En el mismo se determinó que el manejo de las tierras y los esfuerzos de conservación se pueden mejorar mediante la incorporación de los efectos del uso histórico de la tierra sobre la dinámica de los bosques secundarios (Marcano, Aide & Báez, 2002).

En otro estudio sobre el uso histórico de la tierra y la composición de árboles en el bosque tropical, realizado en Luquillo Forest Dynamics Plot (LFDP, por sus siglas en inglés) localizado en el bosque Nacional del Caribe conocido como El Yunque, reflejó que los efectos históricos de uso de la tierra en los bosques tropicales deben ser examinados para comprender las características actuales de bosques y para planificar estrategias de conservación. Las perturbaciones naturales (huracanes, deslizamientos de tierra, y la caída de árboles) afectó la composición de árboles, pero estos efectos no se correlacionaron con los principales patrones de distribución de las especies en la parcela

estudiada. Así pues, parece que el desarrollo forestal y la perturbación natural no enmascararon los efectos del uso histórico de la tierra de este bosque tropical, y que en el pasado el uso de la tierra fue la principal influencia en los patrones de composición de árboles (Thompson et al., 2002).

Marco legal aplicable al estudio

Una de las leyes que aplican a este estudio, es la Ley 340 del 31 de diciembre de 1998, ley para establecer la política pública que permite el desarrollo del ecoturismo en Puerto Rico. Esta ley surge por la necesidad de promover un desarrollo sostenible que armonice con el desarrollo económico y la conservación ambiental. La Ley Núm. 185 de 21 de agosto de 2000 enmendó la Ley anterior con el fin, de incluir en la Junta Consultiva a un representante de las comunidades y un representante de los operadores y guías de ecoturismo. La Ley Núm. 265 aprobada en 16 de noviembre de 2002, para enmendar los artículos 3, 5 y 6 y añadir un artículo 7 y reenumerar los arts. 7 al 13 de la Ley de Ecoturismo de Puerto Rico, Ley Núm. 340. Esta ley no posee un reglamento formal, por lo que para este proyecto utilizamos como referencia las Guías de Diseño para Instalaciones Eco Turísticas y de Turismo Sostenible (2006), guías que utiliza la Compañía de Turismo de Puerto Rico. Este documento establece la integración del diseño del proyecto al contexto arquitectónico de la comunidad, clima, flora, fauna, topografía y otros rasgos naturales del ambiente para conservar la ecología local. También establece el uso eficiente de los recursos incluyendo, entre otros, la energía, el agua, el suelo, los materiales de construcción y el uso de los recursos durante el proceso de construcción.

El Reglamento para Implementar el Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 29), el cual establece las disposiciones para el suelo rústico común (src) como lo son: el mantener libre dicho suelo del proceso urbanizador, evitar la degradación del paisaje, la destrucción del patrimonio natural, establecer medidas para el uso del suelo de forma no urbana, delimitar el suelo que debe ser especialmente protegido debido a sus características especiales y establecer planes para el manejo de los recursos naturales y agrícolas del área. No obstante, promover aquellos usos que son típicos del suelo rústico como por ejemplo, el promover actividades turísticas, conservar y evitar la degradación de los recursos naturales y del suelo agrícola, proteger los recursos naturales, históricos y culturales del lugar.

El reglamento para el establecimiento del turismo rural de la Ley Núm. 231 del año 2003, para promover el establecimiento de instalaciones y alojamientos para visitantes en una operación agrícola donde se combinan la experiencia educativa con el beneficio de producir de forma complementaria ingresos turísticos y agrícolas.

La Ley Número 133 del 1 julio del 1975, según enmendada hasta el 4 de marzo del 2000. El inciso (a) del artículo 2 que establece; que los bosques son un recurso natural y único por su capacidad para conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente y por lo tanto constituyen una herencia, por lo que se mantendrán, conservarán y protegerán como legado a generaciones futuras. El inciso (d) del artículo 2, establece; que los dueños 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 innecesariamente o que sean destinados a uso menos indispensable que el bosque.

Ley Número 97 del 25 de junio de 1988, Ley para Fomentar la Siembra de Árboles Cuyos Frutos y Semillas Provean Alimento a Especies de Aves Silvestres de Puerto Rico.

Descripción geográfica del Eco-Parque del Tanamá

El área bajo estudio está localizado en terrenos del futuro proyecto de ecoturismo Eco- Parque del Tanamá en el municipio de Utuado. El Eco-Parque del Tanamá se encuentra localizado en un área agrícola cafetalera en la zona central de la Isla al Sur de la zona Cárstica. Está compuesto por bosque secundario, áreas agrícolas abandonadas y pastizales. El predio cuenta con 200 cuerdas a una elevación entre 450 metros (m) sobre el nivel del mar en su parte más baja y 600m, en su punto más alto. Este predio colinda con el río Tanamá por su límite Este y la quebrada localizada en su límite Sur, la cual está asociada a un bosque secundario. De acuerdo al sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1947; 1967) respecto a los factores de biotemperatura, precipitación y humedad, el predio se encuentra en la zona de vida clasificada como bosque subtropical muy húmedo.

Geología

La finca donde está ubicado el Eco-Parque del Tanamá posee la clasificación de terreno suelo rústico común (Junta de Planificación) y posee cuatro tipos de suelo. De acuerdo al inventario de suelos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés) para la Región de Arecibo, los suelos pertenecen en el área del proyecto pertenecen a las series: Adjuntas (AdF2), Humata (HmF), Lirios (LcF2)

y Toa (To) (Acevedo, 1982), en el cual la serie Adjuntas es el tipo de suelo más abundante en el predio (Figura 1). Esta serie está formada con altos residuos de roca volcánica intemperizada, alto contenido de cuarzo y posee un buen drenaje con pendientes entre 40 a 60 %.

Topografía

La topografía del predio es escarpada. La elevación de los terrenos va desde los 625.0 metros (m) (2,050 pies) sobre el nivel promedio del mar en el límite norte hasta 420.0 m (1,377.6 pies) sobre el nivel promedio del mar en su límite sur. En el sector norte del predio hay una loma conocida como “Loma de los vientos”, cuya cima alcanza los 625.0 m (2,050 pies) sobre el nivel promedio del mar (Figura 2).

Clima

La temperatura normal máxima, normal y normal mínima para la estación (669608) de Utuado son 87.7, 75.4 y 63.1 grados Fahrenheit, respectivamente. Las temperaturas máximas son usualmente registradas temprano en horas de la tarde mientras que las temperaturas mínimas se registran en horas de la noche y madrugada. Las variaciones en las temperaturas mensuales normales son relativamente pequeñas, entre 5 y 6 grados Fahrenheit (Figura 3). Los meses más fríos del año lo son enero, febrero y marzo, mientras que los meses más cálidos son entre julio, agosto y septiembre (US Geological Service, 2006).

La precipitación normal anual para la estación (669608) de Utuado es 186.7 milímetros (mm) (73.53 pulgadas) (Figura 4). De acuerdo a los datos de precipitación

para la estación (669608) de Utuado, un período relativamente seco o de menos lluvia es típicamente observado desde diciembre hasta abril. El mes de mayo es uno de intensas lluvias y da paso a un período más seco que incluye los meses de junio y julio. Nótese que la lluvia promedio para este segundo período seco es mucho mayor que para el período de diciembre-abril. El segundo período de lluvias intensas se extiende desde agosto hasta noviembre, en la que septiembre es el mes más lluvioso. El paso de huracanes, tormentas y depresiones tropicales por la Isla pueden causar variaciones significativas en los patrones de lluvia antes descritos.

Ecosistemas presentes en el Eco-Parque

El Eco-Parque está compuesto típicamente por áreas perturbadas por la agricultura. Dichas áreas están divididas en ecosistemas como el cafetal bajo sombra, pastizal, bosque secundario, bosque de pino hondureño, bosques de galería asociado a tres quebradas sin nombre, una de ellas conocida localmente como quebrada El Toro, la cual está localizada en el límite sur de la propiedad y fluye en dirección de oeste a este hacia el río Tanamá (Figura 5). El río Tanamá está localizado a lo largo del límite este de la propiedad y fluye en dirección de sur a norte hacia el río Grande de Arecibo.

Flora

La flora del lugar cuenta con más de 47 especies distribuidos en 30 familias en las que los árboles son los más abundantes (Álvarez et al., 2007). En el área de pastizales, las yerbas dominantes son yerba de guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*). El bosque secundario está dominado por árboles típicos de la región como

el yagrumo hembra y macho (*Cecropia scherberania*, *Schefflera morototoni*), el helecho arbóreo (*Cyathea arborea*), *Miconia* spp. y la palma de sierra (*Prestoea montana*), entre otras especies.

De las 141 de árboles endémicos de Puerto Rico, se encontraron tres especies la palma real (*Roystoena borinquena*), helecho arbóreo (*Cyathea borinquena*) y el camasey peludo (*Heterotrichus cymosum*). De las 547 de árboles nativos de Puerto Rico, en el área se encontraron cinco especies: yagrumo macho (*Schefflera morototoni*), roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), guaba (*Inga vera*), guaraguao (*Guarea guidonia*) y el espino rubial (*Zanthoxylum martinicense*) (Álvarez et al., 2007).

Fauna

La fauna del lugar cuenta con más de 71 especies de animales observados representativos de 39 familias, en la que los insectos (34 especies) son el grupo más abundante. Este grupo es seguido por las aves (24 especies), reptiles (4 especies), mamíferos (3 especies), anfibios (2 especies), arácnidos (1 especie), diplópodos (1 especie), y moluscos (1 especie). De las 24 especies de aves encontradas, nueve son aves endémicas tales como: la reinita mariposera (*Coereba flaveola*), reinita mora (*Spindalis portoricensis*), San Pedrito de Puerto Rico (*Todus mexicanus*), carpintero de Puerto Rico (*Melanerpes portoricensis*), pájaro bobo mayor (*Saurothera vieilloti*), múcaro de Puerto Rico (*Megascops nudipes*), bien- te-veo (*Vireo latimeri*), comeñame (*Loxigilla portoricensis*) y juí de Puerto Rico (*Myiarchus antillarum*). Álvarez et al., (2007) documentaron la presencia del guaraguao de bosque (*Buteo platypterus*) en terrenos del futuro proyecto.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación lo realizamos dentro de los terrenos de lo que será el proyecto de eco turismo conocido como Eco-Parque del Tanamá, localizado en el barrio Ángeles del municipio de Utuado cerca de la colindancia con los municipios de Lares y Adjuntas (Figura 6). Esta finca cuenta con aproximadamente 200 cuerdas de terreno y fue utilizada históricamente para la agricultura, en particular el cultivo del café y de frutos menores.

Para determinar las áreas a estudiar, obtuvimos información histórica sobre el uso de esta finca e hicimos un análisis de las fotos aéreas del 1936, 1963, 1977 y 2004 de la Autoridad de Carreteras (Figura 7). De esta manera, evaluamos los impactos en el pasado y si estaban actualmente en un proceso de reversión notable.

En este estudio, utilizamos las imágenes de satélite más recientes (2004), para definir la cobertura del terreno y determinar los ecosistemas presentes en el área de estudio. En el análisis, identificamos tres tipos de cobertura del terreno: vegetación natural, silvicultura y agricultura, según nomenclatura utilizada en (Álvarez et al., 2007). La vegetación natural se clasificó en bosque secundario (maduro o juvenil), pastizales, bosque de galería (relacionada a una quebrada o río) y humedal (rivereño), mientras que la silvicultura se clasificó en plantación de pino caribeño y la agricultura en plantación de café bajo sombra (Figura 5).

El trabajo de campo fue llevado a cabo desde febrero a mayo del 2009, llevamos a cabo un inventario de árboles ≥ 4 cm de diámetro en cada parcela en las tres áreas de

estudio (clasificadas como Parcela A, B y C), a través del método de parcelas utilizado en el estudio a largo plazo del proyecto: *Luquillo Forest Dynamic Plot* (LFDP, por sus siglas en inglés) ubicado en la estación de campo el Verde, perteneciente a el Bosque Nacional del Caribe el Yunque y dirigido por la Dra. Jill Thomson (com. pers. 2006). Cada parcela de 20m x 20m fue dividida en parcelas de 5m x 5m para obtener mayor precisión de los datos. Mediante este método, evaluamos y determinamos la estructura forestal de las tres parcelas de estudio, identificamos especies de valor para reforestación y desarrollamos recomendaciones de manejo integrado para mejorar y optimizar el hábitat de las especies, así como ampliar los escenarios destinados al ecoturismo.

Área de estudio

El área de estudio está ubicada dentro del Eco-Parque del Tanamá, en Utuado. El área fue dividida en tres áreas de muestreos nombradas como Parcela A, B y C, con una cabida aproximada de 400 m² por cada parcela, para un total de 1,200 m² entre las tres parcelas. La Parcela A está localizada en el límite oeste de la propiedad 18°15'49.14" N – 16°47'14.37" O (Figura 6). La Parcela B se encuentra localizada en el límite este 18°15'45.81" N – 16°46'48.67" O (Figura 6). La Parcela C se encuentra en la parte central 18°15'53.05" N – 16°46'45.74" O (Figura 6).

Diseño metodológico

La metodología que se utilizó en este estudio, es la utilizada en el estudio a largo plazo del proyecto: *Luquillo Forest Dynamic Plot* (LFDP, por sus siglas en inglés) (J. Thomson, com pers. 2006) y la utilizada por el Servicio Forestal, Departamento de

Agricultura de Estado Unidos (USDA por sus siglas en inglés) (C. Domínguez, com. pers. 2008). Establecimos una parcela (Parcelas nombras de la A - C) de 20x20 metros (400m²), subdividida en 16 subparcelas (SP) de 5m x 5m (25m²), enumeradas de la SP1 - SP16, en tres áreas de muestreo (Figuras 6 y 8). La relación de las parcelas de muestreo en cuanto a la cantidad y la distribución de las mismas se determinaron una vez se inspeccionó cada área de muestreo por el biólogo Carlos M. Domínguez Cristóbal (US Forest Service) tomando en consideración los siguientes parámetros o variables: entrada de luz y distancia a caminos o carreteras.

En cada subparcela, medimos las siguientes variables:

1. Número de individuos de árboles y arbustos.
2. Diámetro altura de pecho (DBH, por sus siglas en inglés).
3. Altura total de los árboles.
4. Identificación de especies.
5. Clasificación de especies por su origen: endémica (EN), Nativa (N), Introducida (I) y Naturalizada (NA).

Para obtener el perfil del bosque realizamos un transecto de 20m lineales en el centro de cada Parcela (A, B y C), en dirección de norte a sur (Figuras 8 y 9). Contabilizamos y medimos la altura de todo árbol dentro de una distancia de 2m lineales a ambos lado (izquierda y derecha) de cada transecto.

Otras variables que tomamos en este estudio fueron las siguientes: la topografía (pendiente) de cada subparcela, elevación, pH (potencial de hidrógeno) y la humedad del terreno. En cada punto noroeste de cada subparcela se tomó las pendientes en dirección Norte, Sur, Este y Oeste a una distancia de 5m para determinar lo escarpado de la

Parcela. Se analizó el pH y la humedad. Tomamos tres muestras por cada parcela (20m x 20m) de estudio tomadas a 10 centímetros (cm) de profundidad. Este análisis se realizó de la siguiente manera: Tomamos una muestra en la parte más alta, en la parte media y en la parte más baja de la cada parcela, siguiendo la topografía (pendiente) del terreno. La elevación de cada parcela, la tomamos con un altímetro digital, para determinar elevación máxima, media y mínima de cada parcela.

Para recolectar los datos se siguió el siguiente protocolo:

- Todos los árboles dentro de las parcelas se midieron.
- El dbh (diámetro altura de pecho por sus siglas en inglés) a cada tallo ≥ 4 centímetros (cm) de diámetro a una altura de 1.30 m.
- Todo tallo ≥ 5 cm se midió con la cinta calibrada para medir diámetro (dbh tape).
- Todo tallo ≤ 5 cm se midió con un caliper.
- Todos los árboles dentro de las parcelas se le asignó un tag enumerado.
- Todo tallo ≤ 10 cm el tag se amarró en una cinta y ésta al tallo.
- Todo tallo ≥ 10 cm el tag se puso con un clavo en el tronco a 5 cm por encima de la medida de diámetro (El diámetro se tomó a una altura de 1.30 cm y el clavo se puso 5 cm por encima del dbh).

Para documentar las especies presentes en las parcelas, utilizamos un sistema de nomenclatura estándar. El mismo consiste en utilizar las primeras tres letras del género al que pertenecen y las primeras tres letras del epíteto específico; las letras se escribieron todas en mayúscula. Ej.) *Tabebuia heterophylla* (TABHET) roble nativo, GUAGUI (*Guarea guidonia*) guaraguao (J. Thomson, com pers., 2006).

Análisis de datos

Utilizamos varios tipos de análisis para evaluar los resultados de las parcelas de muestreos (A, B y C).

Tipos de análisis:

- Análisis físico espacial por medio de fotos aéreas.
- Análisis de abundancia por parcela.
- Análisis de biodiversidad por parcela.
- Análisis de perfil del bosque.
- Análisis de índice estructural:
 - Área basal (volumen por unidad de área).
 - Densidad de árboles.
 - Valor de importancia de especies.

De este modo, determinamos dominancia (especies de mayor abundancia o importancia en una comunidad, según Botkin & Keller, 2000), composición y estructura forestal en las áreas de estudio. Para determinar abundancia, tomamos en consideración el número de individuos de cada especie en las parcelas y tomando en consideración porcentaje de especie por área de estudio. Para determinar estructura, consideramos el tamaño, entiéndase diámetro altura de pecho (dap) y altura total de cada árbol. Para determinar el perfil del bosque, consideramos la altura total, la especie y la ubicación relativa de cada individuo (este análisis forma parte de la estructura del bosque). Para determinar la composición, tomamos en consideración la biodiversidad en cada parcela. Para determinar dominancia, consideramos el valor de importancia de la especie

mediante los datos obtenidos (diámetro altura de pecho, número de individuo y área) para calcular los siguientes índices estructurales:

- Área basal de un árbol (aba) = πr^2 donde $r = dap/2$

Ej.) $\sum x (dap/2)^2 = m^2/ha$

- Área basal de una parcela (Abp) = suma de las áreas basales de todos los árboles de la parcela dividido por el área de la parcela.

Ej.) $\sum abp / 400m^2$

- Área basal de una especie (Abe) = suma de las áreas basales de todos los árboles de la especie dividido por el área de la parcela.

Ej.) $\sum abe / 400m^2$

- Área basal relativa (Abr) = área basal de la especie dividido por el área basal de la parcela expresado en porciento.

- Densidad de árboles = número de árboles dividido por el área de muestra.

- Densidad de árboles de una especie = número de árboles de la especie dividido por el área de muestra.

- Densidad relativa de una especie = densidad de árboles de una especie dividido por la densidad de árboles de la parcela expresado en por ciento.

- Valor de Importancia (VI) de la especie = suma de área basal relativa y densidad relativa, expresada en por ciento.

Estos índices se calcularon para cada especie por parcela. Esta metodología para calcular índice estructurales fue utilizada por Lugo et al., (2005) en un estudio realizado en el bosque del nuevo milenio antes y después del huracán Georges.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de fotos aéreas de los terrenos del Eco-Parque el Tanamá, encontramos que las parcelas de estudio fueron impactadas por prácticas agrícolas desde finales de la década de los años 20 y comienzo de los años 30. La foto aérea de 1936, nos revela que el área de estudio de la Parcela A fue la más impactada de las tres aéreas, mostrando un impacto considerable con moderada vegetación arbórea dispersa. Por otro lado, ese mismo año el área de estudio de la Parcela B tuvo un impacto moderado en el corte de la vegetación. Mientras que el área de la parcela de estudio C no mostró un impacto significativo en la vegetación del lugar (Figura 7). Para fines de la década de los años 50 y comienzo de los años 60, la parcela de estudio A tuvo una deforestación total, así lo indica la foto aérea de 1963 (Figura 8). En este mismo año, la parcela de estudio B tuvo una recuperación de su vegetación leñosa mostrando un bosque con un dosel cerrado, mientras que la parcela de estudio C no mostró un impacto significativo. Para fines de la década los 70, la parcela de estudio A presentó otra deforestación que propició una gran erosión para el año 1977. Posterior a este año, la Parcela C se utilizó con fines silvícolas (siembra de *Pinus caribaea* var. *hodurensis*) para la extracción de madera. En la foto aérea de 1977, la Parcela B estuvo sujeta a una deforestación considerable de la vegetación con fines agrícolas para el cultivo de café al sol, mientras que la Parcela C no mostró ningún impacto en la vegetación arbórea (Figura 9). A finales de los años 90, las tres áreas comenzaron su proceso de reversión hasta el presente, según foto aérea del 2004 (Figura 10).

Medimos y contabilizamos en las tres Parcelas (A, B y C) bajo estudio en terrenos del futuro Eco-Parque del Tanamá un total de 365 árboles de 24 especies pertenecientes a 17 familias diferentes, una especie no identificada del género *Eugenia* y dos individuos no identificados (Tabla 1). De las 24 especies, 20 fueron nativas (*Tabebuia heterophylla* y *Cordia alliodora*, entre otras) (Brandis et al., 2008; Departamento de Agricultura US, 1999; Molina & Alemañy, 1997; Little et al., 1964). De estas 20 especies nativas 5 resultaron ser especies pioneras de rápido crecimiento (*Cecropia scheberiana*, *Schefflera morototoni*, *Miconia prasina*, *Piper aduncum* y *Alchornea latifolia*) típicas de zonas perturbadas. Sólo contabilizamos tres especies introducidas pertenecientes a 3 familias diferentes (*Pinus caribaea* v. *h.*, *Coffea robusta* y *Sphatodea campanulata*) y una especie naturalizada (*Eugenia jambos*) conocida comúnmente como pomarosa (Brandis et al., 2008; Departamento de Agricultura US, 1997).

Las parcelas objeto de estudio tuvieron unas pendientes que fluctuaron entre 0° a -52° (grados) en dirección norte a sur y de este a oeste. La humedad del suelo de las parcelas tuvieron una fluctuación entre un 45 a 60% y un pH entre 5.3 a 7. A continuación, mostraremos los resultados obtenidos por cada parcela de estudio desde la A – C y sus subparcelas (SP1-SP16):

Parcela A: Bosque de barbecho (pino caribeño)

La Parcela A se encuentra localizada en el límite oeste de la propiedad a una elevación de 540m sobre el nivel promedio del mar (figura 6), en esta área existe una plantación de *Pinus caribaea* v.*h.* establecida por más de 25 años en los terrenos pertenecientes al futuro proyecto del Eco-Parque.

El *Pinus caribaea*, conocido como pino caribeño, es el único pino tropical que crece a bajas elevaciones, crece rápidamente y produce una madera resinosa útil para producción de madera y productos de papel. Esta especie se cultiva extensamente en plantaciones a través de los trópicos húmedos (Francis & Lower, 2000). El pino caribeño posee tres variedades la *hondurensis*, *caribaea* y *bahamensis*. La primera variedad (*hondurensis*) centro americana se extiende desde las planicies costeras de Belices hasta las tierras bajas del este de Honduras y el noreste de Nicaragua. La variedad *caribaea* se encuentra en Cuba occidental y las Islas de la Juventud, mientras que la variedad *bahamensis* se documentó para las Bahamas, las Islas Caicos y Turcos (Farjon & Styles, 1997; Myers et al., 2006). Estas tres variedades fueron introducidas a a Puerto Rico a mediados de la década de los años 1960 bajo un programa de reforestación del US Forest Service y el DRNA (Liegel, 1991).

En esta parcela, además de los pinos adultos, documentamos la presencia de otras especies sucesoras y juveniles del *Pinus caribaea* var. *hodurensis*, lo cual es indicador de que está ocurriendo una sucesión natural posterior a la plantación de hace 25 años aproximadamente. Este bosque se caracteriza por la presencia de un antiguo camino que ha sido cubierto por los pinos, especies sucesoras y helechos de la especie *Dicranopteris linearis* que cubren parte del sotobosque. Nos resultó interesante cómo otras especies se desarrollan sobre la alfombra de agujas de los pinos, ya que la celulosa que contiene acidifica el terreno. Estos altos niveles de acidez convierten el suelo en uno no apto para la siembra y no permite el establecimiento de algunas especies (Departamento de Agricultura US, 1991), exceptuando a la CECSCH y SCHMOR, ya que toleran niveles

altos de acidez. El TABHET es especie típica en áreas abandonadas y suelos degradados por la agricultura, formando rodales puros (Fansis & Lower, 2000).

Esta parcela está ubicada cerca del límite sur de la propiedad a una elevación aproximada de 540 metros sobre el nivel promedio del mar y posee unas pendientes que fluctúan entre -14° a -29° en dirección de norte a sur y de -2° a $+11^{\circ}$ en dirección de este a oeste.

En la Parcela A documentamos un total de 181 individuos representados por seis especies de cinco familias diferentes, 1 especie introducida 4 especies nativas (1 especie no identificada). Tres de estas especies son pioneras de crecimiento rápido (*Miconia prasina*) (Tabla 2). La estructura forestal de la Parcela A posee un área basal de 44 m²/ha y una densidad de árboles de 4,525 por hectárea (ha) (Tabla 3). En esta Parcela A, (20m x 20m) observamos que el *Pinus caribaea* v.h. (PINCAR) reflejó una abundancia de 59% (Figura 10), y un área basal relativa (Abr) de 76.44%. Esta especie obtuvo una densidad relativa (Dr) de 58.01% y su Valor de Importancia (VI) es de 134.45%, lo cual lo clasifica como la especie dominante de la Parcela A (Tabla 4).

El *Tabebuia heterophylla* (TABHET) reflejó una abundancia de 24% (Figura 13), un área basal relativa (Abr) de 7.47% y una densidad relativa (Dr) de 24.86% su Valor de Importancia (VI) es de 32.33%, lo cual la define como la especie en segundo lugar en dominancia y abundancia en la Parcela A (Tabla 4) (Figuras 14 a 16). Las especies *Cecropia scheberiana* (CECSCH) y la spp obtuvieron una abundancia total de 5% (Figura 13), un área basal relativa (Abr) de 6.32% y 4.02%, una densidad relativa (Dr) de 4.97% y 6.07 su Valor de Importancia (VI) es de 11.29% y 10.09%, respectivamente (Tabla 4). Por otro lado la especie *Schefflera morototoni* (SCHMOR) obtuvo un 4%, un

área basal relativa (Abr) de 4.59%, una densidad relativa (Dr) de 3.31% su Valor de Importancia (VI) es de 7.90%. La *Miconia prasina* (MICPRA) obtuvo una abundancia total de 3%, un área basal relativa (Abr) de 0.57%, una densidad relativa (Dr) de 2.76% su Valor de Importancia (VI) es de 3.33% (Tabla 4), resultando como la especie de menor abundancia en la parcela (Figura 13), (Figuras 14 a 16) ir a la Figura 17 para ver el perfil del bosque.

Las subparcelas (5m x 5m) de la Parcela A, fueron identificadas como SP1 al SP16. La SP1 se encuentra en la esquina noroeste de la Parcela A, con una pendiente hacia el sur de -20° y hacia el este de -10° . Esta subparcela fue seleccionada como una de tres puntos que se realizamos pruebas de pH y humedad en el suelo. La muestra de suelo tuvo un pH de 5.4 y una humedad de 55% (Tabla 14). Esta muestra se realizó en esta subparcela ya que la misma queda en la parte más alta de la Parcela A, a una elevación de 540m sobre el nivel promedio del mar.

En esta Subparcela, observamos la abundancia de vegetación arbórea del *Pinus caribaea v.h.* (PINCAR) en un 60%, una altura promedio de 14.25m y un dap (diámetro altura de pecho) promedio de 16.6cm (Tabla 5). El *Tabebuia heterophylla* (TABHET) tuvo una abundancia de un 27%. Esta especie obtuvo una altura promedio de 5.3m y un dap promedio de 6.3cm. La *Miconia prasina*. (MICPRA) fue la especie con menor abundancia con un 13%, una altura promedio de 5.33m y un dap promedio de 6.5cm (Tabla 5). La presencia del TABHET en esta subparcela es un indicador de que está ocurriendo una reforestación (regeneración) natural con especies nativas que están surgiendo por debajo del *Pinus caribaea v.h.*.

La SP1 comparte características de especies más abundantes con otras subparcelas como: SP2, SP4, de la SP7 a la SP9 y de la SP11 a la SP14, en las que la especie de mayor abundancia fue el PINCAR con un máximo de 90% en la SP8 y un mínimo de un 50% en las SP 9 y SP14, respectivamente (Tabla 5). En estas tres Subparcelas el PINCAR obtuvo una altura promedio de 15.24, 13.84 y 13.46m, un dap (promedio) de 10.3, 11.6 y 13.4cm, respectivamente. En todas las Subparcelas antes mencionadas menos, en la SP4, el PINCAR fue seguido por el TABHET como especie en segundo lugar de abundancia con un máximo de un 37% en la SP12 y un mínimo de 5% en la SP8 (Tabla 5). En la SP12, el TABHET especie reflejó una altura (promedio) de 6.30m. y un dap (promedio) de 5.07cm. En la SP4 la especie en segundo lugar de abundancia fue *Cecropia schreberiana* (CECSCH) con un 23%. El TABHET quedó en tercer lugar en abundancia con un 12%. Estas dos especies (CECSCH y TABHET) reflejaron una altura (promedio) de 13.11m, 5.80m y un dap (promedio) de 6.01cm y 10.7cm, respectivamente (Tabla 5). Estas Subparcelas poseen unas pendientes entre -15° a -29° hacia el sur y de -2° a +11° hacia el oeste.

La SP3 tiene una pendiente de -16° hacia el sur y de -5° hacia el este. En esta Subparcela el TABHET (altura promedio de 4.88m y un dap promedio de 13.7cm) y el PINCAR (altura promedio de 14.74m y un dap promedio de 5.2cm) tuvieron la misma abundancia del 30%, mientras que la MICPRA y el CECSCH como especies en segundo lugar de abundancia (20%). Estas especies obtuvieron una altura promedio de 5.49m y 16m y un dap (promedio) de 5.1cm y 17.8cm, respectivamente (Tabla 5). En la SP6 y SP10, el TABHET fue la especie más abundante con 54 y 50%, respectivamente y una altura (promedio) de 5.62 y 6.25m un dap de 6.6 y 6.4cm, respectivamente. El PINCAR

fue la especie de menor abundancia con un 15%, una altura (promedio) de 15.24m y un dap de 16.1cm en la SP6; sin embargo, no estuvo presente en la SP10. Estas Subparcelas poseen una pendiente entre -16° a -21° hacia el sur y de $+2^{\circ}$ a $+10^{\circ}$ hacia el oeste.

La SP6 es una de las subparcelas que se encuentra en la parte central de la Parcela A, a una elevación aproximada de 530m sobre el nivel promedio del mar. Esta Subparcela posee unas pendientes con una inclinación de $+16^{\circ}$ hacia el norte, -14° hacia el sur, -2° hacia el este y $+7^{\circ}$ hacia el oeste. En este punto, las pruebas de suelo reflejaron un pH de 5.4 y una humedad de 55% (Tabla 14).

La SP5 al igual a la SP15 son las subparcelas con menor número de individuos de pino y de especies sucesoras. En estas dos Subparcelas, observamos sólo dos individuos; en la primera uno de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (con una altura promedio de 15.24m y un dap de 14.7cm) y el otro de *Schefflera morototoni* (con una altura promedio de 12.80m, un dap de 8.1cm) y en la segunda uno de *Pinus caribaea* v.h. y el otro de *SPP*, con una altura promedio de 15.24m y 7.62m y un dap de 19cm y 9.7cm, respectivamente. El SP15 se encuentra localizado en el límite este de la Parcela A, con pendientes que tienen una inclinación hacia el norte de $+23^{\circ}$ y hacia el sur de -24° y hacia el este -14° y hacia el oeste con $+4^{\circ}$.

La SP 16 se encuentra en la esquina sur este de la Parcela A, es la subparcela que se encuentra en la parte más baja a una elevación de 525m sobre el nivel del mar. Esta Subparcela tiene unas pendientes con una inclinación de $+24^{\circ}$ hacia el norte, -25° hacia el sur, -9° hacia el este y $+5^{\circ}$ hacia el oeste. El análisis de suelo reveló un pH de 6 y una humedad de entre 40-45% (Tabla 14). En estudios realizados por Francis y Lower (2007) sobre el *Pinus caribaea* v.h. demostró que la variedad que proviene de las Bahamas

(*bahamensis*) crece en suelos de ligeramente a moderadamente alcalinos (pH 7.5 a 8.5). En Cuba el pino caribeño (variedad *caribaea*) crece en suelos que van de intensamente a ligeramente ácidos (pH 4.5 a 6.5). Sin embargo los árboles provenientes de Centroamérica (variedad *hondurensis*) crecen de manera pobre o tienden a morir en suelos con pH mayor a 7. También se demostró que esta especie puede crecer de manera aceptable en subsuelos saturados por parte del año, pero no prospera en suelos pantanosos (Fransis & Lower, 2000).

En la SP16 observamos la abundancia del PINCAR con 77% (altura promedio de 12.68m y un dap promedio de 10cm), mientras el TABHET tuvo un 15% (con una altura promedio de 6.86m, un dap promedio de 7.05cm) y spp con 8% (altura promedio de 6.09m, un dap promedio de 8cm), que fue la especie menos se observó en esta Subparcela (Tabla 5).

Durante nuestro estudio, observamos la presencia de especies de aves asociadas a la vegetación presente en la Parcela A. El *Pinus caribaea* v.h. es visitada por el pájaro carpintero (*Melanerpes portoricensis*) especie endémica de la Isla, que se alimenta de insectos en la corteza del tronco (Tabla 15). El *Tabebuia heterophylla* especie nativa común en Puerto Rico, es visitada por su néctar por todas las especies de zumbadores como el zumbadorcito de Puerto Rico (*Chlorostilbon maugaeus*), especie endémica de la Isla, además de la reinita común (*Coereba flaveola*) especie común residente de la Isla (Dr. Hernández, Profesor UPR Humacao com. pers.) (Tabla 15). La especie *Miconia prasina* es visitada por su néctar y fruto por varias especies de aves como lo es la reinita mora (*Spindalis portoricensis*), especie endémica de Puerto Rico (Carlo, et al., 2003;

2004). Asociado a la *Cecropia schreberiana* está el come ñame (*Loxigilla portoricencis*) que se alimenta de sus frutos entre otras especies (Carlo et al., 2003; 2004) (Tabla 15).

Además de las especies de aves antes mencionadas, también se observaron otras especies como el pájaro bobo mayor (*Coccyzus vieilloti*) especie endémica, tórtola aliblanca (*Zenaida asiatica*) y el clérigo (*Tyrannus caudifasciatus*) entre otras especies.

Parcela B: Bosque residual juvenil (fragmentado)

En la Parcela B encontramos un bosque fragmentado. Esta área se encuentra en el límite este de la propiedad en la parte más baja a una elevación 300 m sobre el nivel promedio del mar (Figura 6). La Parcela se encuentra entre dos veredas, la cual se caracteriza por ser un bosque juvenil dominado por Miconias. La *Miconia prasina*, perteneciente a la familia Melastomataceae, es una especie colonizadora durante las etapas tempranas de sucesión secundaria en la Isla y su abundancia declina a medida que el bosque madura (Pascarella, Aide & Zimmerman, 2006). Esta Parcela se encuentra en un área semillana y posee unas pendientes que fluctúan en +4° en dirección de norte a sur y + 11° de este a oeste.

En la Parcela B, contabilizamos 92 árboles de 10 especies pertenecientes a ocho familias diferentes, dos especies introducidas y 8 especies nativas, de éstas, dos son especies introducidas, pioneras de rápido crecimiento (Tabla 6). Esta parcela obtuvo un área basal de 13.5m²/ha y una densidad de árboles de 2,003 por hectárea (ha) (Tabla 7). La *Miconia parviflora* (MICPRA) obtuvo con un 68% de abundancia (Tabla 6), (Figura 18) un área basal relativa (Abr) de 38.09%, una densidad relativa (Dr) de 76.09% y un Valor de Importancia (VI) de 114.18% (Tabla 8). La *Sloanea berteriana* (SLOBER)

obtuvo una abundancia de 9% (Tabla 6), un área basal relativa (Abr) de 9.29%, una densidad relativa (Dr) de 8.69 % y un Valor de Importancia (VI) de 17.96% (Tabla 8), mientras que las especies *Inga vera* (INGVER) y *Piper adamcum* (PIPADU) tuvieron una abundancia de un 5% (Tabla 6), un área basal relativa (Abr) de 12.96% y 1.85%, una densidad relativa (Dr) de 3.26% y 5.43% y un Valor de Importancia (VI) de 16.22% y 7.28% para estas dos especies respectivamente (Tabla 8). La *Myrcia splendens* (MYRSPL) obtuvo una abundancia de 3% (Tabla 6 y Figura 19) un área basal relativa (Abr) de 0.65%, una densidad relativa (Dr) de 1.09% y un Valor de Importancia (VI) de 1.74% (Tabla 8) (Figuras 19 a 21), mientras que las especies *Eugenia diversifolia* (EUGDIV), *Cecropia scheberiana* (CECSCH), *Spathodea campanulata* (SPACAM), *Guarea guidonia* (GUAGUI) y *Psidium guava* (PSIGUA) obtuvieron la menor abundancia (2%,) (Tabla 6 y Figura 19). Estas cinco especies tuvieron un área basal relativa (Abr) de 0.52%, 22.22%, 0.19%, 1.33% y 2.07%, una densidad relativa (Dr) de 1.09% para todos y un Valor de Importancia (VI) de 1.61%, 23.31%, 1.28%, 2.42%, 3.16%, respectivamente (Tabla 8 y Figuras 19 a 21), en la Figura 22 presentamos el perfil del bosque para tener una idea clara de la estructura (altura) y la composición forestal de esta parcela.

La SP2 se encuentra en el límite oeste en la parte media de la Parcela B a una elevación de 260m sobre el nivel del mar. Este punto posee unas pendientes de +1 ° de norte a sur y -8° hacia el este. El análisis de pH del suelo resultó en 6.1 y la humedad fue de 51% (Tabla 14). La MICPRA fue la especie con más abundancia con un 58% y una altura y dap de 8.54m y 12cm, respectivamente, mientras que las especies SLOBER, EUGDIV y PSIGUA obtuvieron una abundancia de 14%. Estas especies obtuvieron una

altura promedio de 5.94, 6.1 y 6.7m y un dap promedio de 5.3, 4.7 y 5cm respectivamente (Tabla 9). La subparcela SP 4 se encuentra en la esquina suroeste en la parte más alta de de la Parcela B. Esta subparcela posee unas pendientes de +7° en dirección norte a sur y -6° hacia el este, en este punto medimos el pH y la humedad del suelo, en esta Subparcela medimos y obtuvimos un pH de 6.2 y una humedad entre 45 a 50% (Tabla 14). En esta Subparcela sólo contabilizamos un individuo SPACAM, la cual fue la subparcela que menos especies e individuos obtuvo.

En las SP 5, SP 6, SP 8, SP 11, SP 15, SP 16 la MICPRA fue la única especie encontrada, en todas con una abundancia de un 100% con una cantidad de individuos que fluctúan entre 2 a 6 individuos en las subparcelas antes mencionadas.

En las SP 10 y SP 14 tuvieron tres y dos individuos de 3 y 2 especies respectivamente como INGVER con un 34%, GUAGUI y CECSCH con un 33% de abundancia.

La SP 13 se encuentra en el límite noroeste en la parte más baja de la Parcela B, a una elevación 259m sobre el nivel promedio del mar. Este punto posee una pendientes de +1 de norte a sur y de +10 de este a oeste. En esta subparcela inventariamos dos especies la MICPRA con un 75% de abundancia y una altura promedio de 5.49m y un dap de 7.4cm. El PIPADU (*Paiper aduncum*) obtuvo una abundancia de 25% y una altura y dap promedio de 5.57m y 7cm, respectivamente (Tabla 9). Las especies del genero Piper son arbustos pequeños emparentado con la pimienta comercial pertenecientes a la familia Piperaceae y fueron utilizados en la medicina tradicional (Joglar, 2007). El pH y la humedad del suelo en esta subparcela fue de 6.1 y 50% respectivamente (Tabla 14).

Todas las especies de aves asociadas a las especies de árboles, como el pájaro bobo mayor (*Coccyzus vieilloti*), la reinita común (*Coereba flaveola*), la reinita mora

(*Spindalis portorricensis*) y las especies de zumbadores (entre otras especies) fueron avistadas durante el estudio de esta parcela (Tabla 15).

Área C: Bosque residual maduro

Esta parcela se encuentra ubicada en la parte central más hacia el norte de la propiedad a una elevación de 428m sobre el nivel promedio del mar (Figura 6).

Esta Parcela está en un área escarpada con pendientes que fluctúan entre $\sim 19^\circ$ de norte a sur y $\sim 52^\circ$ de este a oeste. Esta área se caracteriza por ser un bosque residual maduro (cerrado).

En esta Parcela se inventariaron 92 árboles de 19 especies, pertenecientes a 13 familias 16 especies nativas, una especie naturalizada y una especie introducida, resultando como el área de más biodiversidad (Tabla 10). Luego del análisis de estructural esta parcela obtuvo un área basal de 36m²/ha y una densidad de árboles de 2,300 por hectárea (ha) (Tabla 11). En esta Parcela la especie más abundante fue el *Coffea robusta* (COFROB) con un 16% de abundancia (Tabla 10) (Figura 23), un área basal relativa (Abr) de 5.46%, una densidad relativa (Dr) de 17.39% su Valor de Importancia (VI) es de 22.88% (Tabla 12 y Figuras 24 a 26), seguido por la especie SCHMOR con una abundancia de un 16%, un área basal relativa (Abr) de 17.40%, una densidad relativa (Dr) de 16.3% y un Valor de Importancia (VI) de 33.71% lo cual resultó como la segunda especie en importancia de la parcela (Tabla 12) (Figuras 24 a 26). Las especies INGVER, GUAGUI reflejaron un 12% de abundancia respectivamente (Tabla 10).

El GUAGUI obtuvo un área basal relativa (Abr) de 25.76%, una densidad relativa (Dr) de 9.78% y su Valor de Importancia (VI) es de 35.55 %, por lo esta especie resultó ser la dominante de la Parcela C (Tabla 12 y Figuras 15a-c). La MICPRA y la INGLAU obtuvieron una abundancia de 9%, estas especies son utilizadas para el café bajo sombra. Las especies *Sloanea berteriana* (SLOBER), *Ocotea leucoxylon* (OCOLEU) y *Cordia alliodora* (CORALL) obtuvieron una abundancia de 5.4 y 3% (Tabla 10 y Figura 23), un área basal relativa (Abr) de 4.17%, 4.87%, 0.36 %, una densidad relativa (Dr) de 4.34%, 4.34%, 2.17% y un Valor de Importancia (VI) de 8.52%, 9.21%, 2.53%, respectivamente (Tabla 12 y Figuras 24 a 26). Las especies *Alchornea latifolia* (ALCALT), *Zanthoxylum martinicense* (ZANMAR), *Buchenovia tetraphylla* (BUCTET), *Cupania americana* (CUPAME), *Ocotea floribunda* (OCOFLO), *Andira inermis* (ANDINE), *Eugenia jambos* (EUGJAM), *Exothea paniculata* (EXOPAN) presentaron una abundancia de 1% (Figura 23), resultaron ser las especies menos abundaste en la parcela, ir a la Figura 27 para ver el perfil del bosque. Estas ocho especie obtuvieron un área basal relativa (Abr) de 0.27%, 0.69%, 8.35%, 0.19%, 0.09%, 2.08%, 0.13%, 3.48%, una densidad relativa (Dr) de 3.26% para EXOPAN y de 1.08% para las otras especies, su Valor de Importancia (VI) es de 1.37%, 1.78%, 9.45%, 1.27%, 6.25%, 3.18%, 1.23% y 6.74%, el BUCTET resultó ser la especie de mayor importancia en este grupo (Tabla 12 y Figuras 24 a 26).

La especie *Coffea robusta* (COFROB) fue la especie más abundante de la Parcela C, esta especie estuvo presente en más de la mitad de la parcela con un 17% de abundancia. Esta especie se encontró en 9 de las 16 subparcelas (SP: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 15 y 16) de estudio (Tabla 13). Estas subparcelas poseen unas pendientes que fluctúan entre -19° en dirección norte a sur y de -41° en dirección este a oeste. En la SP3 el

COFROB obtuvo un 75 % de abundancia, una altura promedio de 7.21m y un diámetro (dap) promedio de 6.04cm (Tabla 13). Esta especie obtuvo una abundancia en las subparcela 1, 7 y 11 de 34, 25 y 16% respectivamente con las especies; *Inga laurina* (INGLAU), *Ocotea leucoxylon* (OCOLEU), *Miconia prasina* (MICPRA), *Schefflera morototoni* (SCHMOR), *Alchornea latifolia* (ALCALT), *Cordia alliodora* (CORALL), *Cecropia scheberiana* (CECSCH) e *Inga vera* (INGVER). La altura promedio de los árboles en la SP1 fue de 14.75m y un diámetro promedio de 15.5cm. En la SP7 la altura promedio de los individuos presentes es de 5.86m con un diámetro promedio de 6.8cm y en la SP 11 la altura promedio fue de 11.84m y un diámetro promedio de 12.9cm.

La SCHMOR quedó en segundo lugar en abundancia de un 14%, esta especie se encontró en 7 de las 16 subparcelas (SP: 2, 6, 7, 8, 11, 15 y 16) que componen la Parcela C (Tabla 13).

En la SP8 la SCHMOR obtuvo igual porcentaje de abundancia con las especies *Zanthoxylum martinisensis* (ZANMAR), *Inga vera* (INGVER) y *Sloanea berteriana* (SLOBER) con un 25% respectivamente (Tabla 13).

En el análisis de pH y humedad del suelo a tres subparcelas reportaron lo siguiente: la SP4 un pH 7 y una humedad de 55% (Tabla 14), esta subparcela se encuentra en la parte más baja de la Parcela C, a una elevación de 400m sobre el nivel promedio del mar con una pendiente de -52° en dirección de este a oeste y de -11° en dirección norte a sur. Esta subparcela está compuesta de dos individuos de dos especies diferentes INGVER y OCOLUE. La SP9 reportó un pH de 5.3 y una humedad de 55% (Tabla 14). La SP9 se encuentra en la parte más alta de la parcela principal a una elevación de 428m, con pendientes que van de -12° en dirección norte a sur y de -15° en

dirección este a oeste. Esta Subparcela está compuesta de cinco individuos de cuatro especies diferentes. En la SP12 el análisis de suelo demostró que posee un pH de 5.3 y una humedad de 60% (Tabla 14). Esta Subparcela se encuentra en la parte central de la Parcela C en un punto medio a una elevación de 424m sobre el nivel promedio del mar.

La SP2 obtuvo un individuo y resultó ser la subparcela con menos abundancia, mientras que la SP15 obtuvo 11 individuos de 5 especies diferentes y resultó como la subparcela con más abundancia dentro de la Parcela C.

Al igual que en las parcelas anteriores, en *esta parcela también se observaron varias especies de aves como el pájaro bobo mayor (Coccyzus vieilloti) reinita mora (Spindalis portorricensis), reinita común (Coerba flaveola) y el comeñame (Loxigilla portorisensis) (entre otras especies) (Tabla 15). En esta parcela documentamos la presencia de árboles que brindan alimento a las aves, tales como el Guarea guidonea, Coffea robusta, Inga vera, entre otras especies.*

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio determinó que las tres áreas evaluadas tienen diferencias en composición y estructura vegetativa debido a las diferencias de uso del terreno, el tiempo de uso y el tiempo de abandono de prácticas agrícolas.

Al comparar nuestros resultados con las del estudio de Marco, Aide & Báez (2002), sobre la regeneración del bosque en áreas abandonadas por la agricultura en los municipios de Utuado y Jayuya, demostramos que ciertas especies nativas como (*Guarea guidonia*, *Ocotea leucoxylon*) estuvieron presentes (Parcelas B y C) independientemente del uso histórico de la tierra, mientras que (*Sloanea berteriana*) fue poco frecuente (Parcelas B y C) o ausente (Parcela A).

A base de los datos recolectados, ofrecemos varias conclusiones y recomendaciones en relación a las prácticas necesarias para mejorar el hábitat degradado a consecuencia de la agricultura y silvicultura, que concierne al bosque secundario de barbecho (siembra de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Parcela A). También presentamos recomendaciones para las otras dos áreas; el bosque secundario residual juvenil (Parcela B) y el bosque secundario residual maduro (Parcela C). Las recomendaciones que ofrecemos están basadas en los datos obtenidos con especial atención al bosque residual maduro, ya que el mismo conserva características de bosque primario y posee mayor diversidad de especie y presenta especies nativas típicas que no se encuentran en el bosque secundario de barbecho (bosque de *Pinus caribaea* v.h.) y en bosque secundario residual juvenil.

El manejo en el bosque secundario de barbecho (bosque de pino) debe ser planificado para lograr la recuperación de la integridad ecológica del área. Mediante esta investigación presentamos una perspectiva del manejo basado en la estructura forestal, las prácticas más adecuadas para reforestar el bosque secundario de barbecho (bosque de pino). El enfoque se realiza considerando las necesidades de las tres áreas de estudio y las necesidades del futuro proyecto de ecoturismo. Dichas recomendaciones comprenden una parte del proceso para el manejo del bosque secundario ya que el manejar un hábitat degradado es un proceso interdisciplinario y extenso, donde se consideran diferentes enfoques como el mejoramiento de suelos, control de erosión, manejo de fauna, manejo de cuencas hidrográficas, la conservación y protección del área y la interacción del gobierno a través de programas de educación y asistencia técnica a los dueños de bosques privados.

Parcela A: Bosque secundario de barbecho (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*)

La Parcela A demostró estar en una etapa temprana en el tipo de sucesión IV, compuesta y dominada por una especie introducida *Pinus caribaea* v.h. (es capaz de producir más volumen por área que cualquier otra especie en Puerto Rico según Francis, 1999) especie de crecimiento rápido y con un valor de importancia alto en comparación con las otras especies presentes en la parcela. Esta especie presentó un área basal bajo de 33.25m²/ha esto es típico de un bosque o siembra poco denso, ya que un bosque denso de *Pinus caribaea* v.h. posee un área basal mayor de 50m²/ha (F. Wadsworth, com. per., 2009). La presencia de otras especies en esta siembra es otro indicador de que no es una siembra densa ya que el *Pinus caribaea* v.h. demora o retrasa la sucesión natural.

Cuando un bosque de este tipo es muy denso impide la entrada de luz y las agujas impiden la germinación de otras especies (F. Wadsworth, com. per., 2009). El *Pinus caribaea* v.h. fue seguido por la especie *Tabebuia heterophylla* especie nativa de crecimiento lento. Posee una estructura de árboles con poco diámetro pero de gran altura. El dosel semicerrado con algunos claros, característico de un bosque secundario de barbecho (plantación). Por lo que es necesario manejar dicho hábitat con especies típicas del área considerando el bosque residual maduro y el suelo relativamente ácido. Luego de una comunicación personal con el Dr. Wadsworth, las recomendaciones para la Parcela A, son las siguientes: Considerar un tratamiento silvícola selectivo del *Pinus caribaea* v. h. para promover una mayor diversidad de las especies presentes en esta parcela en especial las especies nativas como el *Tabebuia heterophylla*. En un estudio realizado en México por Solís et al. (2006) se demostró que el método de corte selectivo era ecológicamente más apropiado que el método de aclareo ya que propicia el establecimiento de especies pioneras o invasoras mientras que el corte selectivo propicia la diversidad de las especies ya presentes en el predio. La eliminación de esos competidores estimula el crecimiento de los árboles y produce aperturas en el dosel del bosque que iluminan la regeneración natural de árboles y herbáceas que protegen y dan alimento a las aves (Wadsworth, 2006). El tratamiento silvícola posee dos maneras para efectuarlo:

- Corte selectivo: Consiste en cortar cuidadosamente, extraer y utilizar la madera en la infraestructura del proyecto eco turístico tal como en puentes peatonales en las veredas y en la confección de las cabañas entre otros usos.

- Descortezado selectivo: Consiste en eliminar los árboles cortándole el suministro de nutrientes y agua al eliminar una banda de corteza (consiste de tres capas, el felógeno, el floema, y el cambium vascular, puede alcanzar entre el 10 y 15 % del peso total del árbol). Este procedimiento conlleva a que el árbol se seque lentamente hasta que caiga al suelo y comience el proceso de descomposición de la materia orgánica y la fijación de nutrientes al suelo.

Recomendamos desarrollar un programa de reforestación para acelerar el proceso de reversión, utilizando como guía el Reglamento de Planificación Núm. 25 “Reglamento de Siembra, Corte, Poda y Forestación de Puerto Rico”. Por cada *Pinus caribaea* v.h. que sea removido será remplazado por dos árboles. La siembra deberá tener como prioridad árboles nativos y endémicos típicos del lugar como el *Tabebuia heterophylla* (roble nativo) y *Byrsonima spicata* (maricao) especies nativas que con frecuencia invaden tierras agrícolas erosionadas, suelos ácidos y pobres en nutrientes después de ser abandonadas (Francis & Lower, 2000). Recomendamos considerar especies asociadas al roble nativo (*Tabebuia heterophylla*) como los son el guamá (*Inga laurina*), laurel geo, (*Ocotea leucoxyton*), palo de matos (*Ormosia krugii*), achotillo (*Alchornea latifolia*) entre otras especies (Tabla 16). Las especies asociados al maricao (*Byrsonima spicata*) son los siguientes: granadillo (*Buchenavia tetraphylla*), ausubo (*Manikara bidentat*), laurel geo, (*Ocotea leucoxyton*) entre otras especies. Se recomienda realizar la siembra de árboles en meses que reciban un promedio de por los menos de 15cm de lluvia rodeados por meses antes y después con un promedio de por lo menos 10cm de lluvia. Los meses ideales

para realizar la siembra en el municipio de Utuado son de mayo a noviembre (Wadsworth, 2006b).

Recomendamos un programa de mantenimiento para dicha siembra mínimo por seis meses, según lo estipula el mencionado reglamento. El programa de mantenimiento para la siembra consiste en lo siguiente: considerar el uso de estacas para mantener la estabilidad del árbol, utilización de materia orgánica alrededor del árbol para que sirva como manto para retener la humedad, mantener estable la temperatura del suelo y reducir la competencia con especies invasoras. Se puede utilizar como manto los siguientes materiales orgánicos: hojarasca, corteza de árbol, viruta, aserrín o turba (Muñiz, 2008). Los expertos recomiendan que la capa de materia orgánica sea de 5.08 a 10.16 centímetros (cm). Se recomienda no exceder esta medida porque puede ocasionar daños en el nivel de oxígeno y agua y no cubrir el tronco con la viruta para impedir la pudrición de la corteza. Es recomendable la de poda de ramas secas o enfermas durante los primeros seis meses para mejorar la estructura del árbol (Muñiz, 2008). Recomendamos que antes de realizar la corta o capa selectiva, el programa de reforestación debe estar finalizado y los árboles ya sembrados en el sotobosque para que se desarrollen e impidan la entrada de otras especies invasoras, la proliferación de *Dicranopteris linearis* y la germinación de las semillas del *Pinus caribaea v.h.* que se encuentra en el suelo de este bosque.

Debido a la presencia de un gran número de aves en el lugar, se recomienda la siembra de especies de árboles que den frutos, según lo estipula la Ley Número 97 del 25 de junio de 1988, “Ley para Fomentar la Siembra de Árboles Cuyas Frutos y Semillas Provean Alimento a Especies de Aves Silvestres de Puerto Rico”.

Es importante establecer monitoreo anual del desarrollo de la vegetación arbórea en la parcela permanente establecida en el bosque secundario de barbecho (*Pinus caribaea* v.h.). Para ver la dinámica del bosque, se recomienda inventariar las parcelas cada 5 años como se hace en el *Luquillo Experimental Dynamic Plot*. Esto es importante para ver el desarrollo de especies y los cambios en la estructura del bosque a largo plazo y para planificar estrategias futuras de manejo que aceleren el proceso de reversión.

Recomendamos antes de realizar el programa de silvicultura, se evalúe cuál es la mejor técnica de reforestación para la zona y cómo se desarrollan las especies. Para esto se debe ubicar dos parcelas adicionales para implementar dos estrategias diferentes. La parcela actual se utilizará de control. En la segunda parcela se realizará una corta selectiva de *Pinus caribaea* v.h., sin reforestación para ver qué especies llegan a colonizar el lugar. En la tercera parcela se realizará una corta selectiva de *Pinus caribaea* v.h. con el programa de reforestación arriba mencionado. Si hay mercado para la madera, se pueden cortar los árboles grandes entre 10 – 25 cm dap (Wadsworth, 2006).

También se pueden utilizar los árboles cortados en el proyecto, sino hay un uso para la madera se recomienda un corte selectivo de los árboles más jóvenes y delgados (o el descortezado selectivo de árboles), para abrir una brecha vertical que proporcione la entrada de luz para los árboles que están en el sotobosque y así se desarrollen más rápidamente (Wadsworth, 2009 comp. per.).

Parcela B: Bosque secundario residual juvenil (fragmentado)

La Parcela B demostró estar en una etapa temprana en el tipo de sucesión III, con una composición de poca diversidad de especies. El área está dominada por especies invasoras de rápido crecimiento como la *Miconia prasina* que obtuvo el más alto valor de importancia entre las especies en dicha parcela. La presencia de esta especie es común en áreas perturbadas, típico de un bosque secundario residual juvenil. La estructura de esta parcela es de árboles de poco diámetro y altura con un dosel semicerrado con algunos claros. Es necesario manejar dicho hábitat con especies típicas del área considerando el bosque residual maduro y el suelo relativamente ácido. A continuación las recomendaciones para la Parcela B.

A diferencia de la Parcela A en esta parcela no se hará el tratamiento silvícola de corte o descortezado selectivo, sólo se reforestará el área para mejorar el hábitat ya que las especies dominantes en esta parcela (*Miconia prasina*) es de corta vida y van desapareciendo a medida que el dosel se va cerrando. Por esta razón sólo debe hacerse un manejo mediante un programa de reforestación utilizando como guía el Reglamento Núm. 25, la Ley Núm. 97 y dando prioridad a especies nativas (Tabla 16). Un programa de mantenimiento para la siembra igual que el de la Parcela A por seis meses, según lo estipula el Reglamento Núm. 25. El programa de mantenimiento para la siembra consiste en lo siguiente: Considerar el uso de estacas para mantener la estabilidad del árbol. Utilización de matería orgánica alrededor del árbol para utilizarlo como manto para retener la humedad, mantener estable la temperatura del suelo y reducir la competencia con especies invasoras. Se puede utilizar como manto los siguientes materiales orgánicos: hojarasca, corteza de árbol, viruta, aserrín o turba. Los expertos recomiendan

que la capa de materia orgánica sea de 5.08 a 10.16cm. Se recomienda no exceder esta medida porque puede ocasionar daños en el nivel de oxígeno y agua y no cubrir el tronco con la viruta para impedir la pudrición de la corteza. Recomendamos la poda de ramas secas o enfermas durante los primeros seis meses para mejorar la estructura forestal de la parcela.

Establecer monitoreo anual del desarrollo de la vegetación arbórea en la parcela permanente establecida en el bosque secundario de residual juvenil. Para ver la dinámica del bosque se puede inventariar el mismo cada 5 años como se hace en el *Luquillo Experimental Dynamic Plot*, esto es importante para ver el desarrollo de especies y los cambios en la estructura del bosque a largo plazo y para planificar estrategias futuras de manejo que aceleren el proceso de reversión.

Parcela C: Bosque residual maduro

La Parcela C presentó una etapa una etapa avanzada o madura en el tipo de sucesión III, con una composición diversa de especies (19 especies), las cuales están dominadas por especies nativas como la *Guarea guidonia* (especie meliacea de mayor tamaño nativo a Puerto Rico y es muy común en bosques secundarios húmedos y muy húmedos (Francis, 1999)) con un valor de importancia en área basal alto y una estructura de gran diámetro y altura. (Tablas 5 y 6). Esto es característico de un bosque secundario residual maduro. Este bosque no presenta impactos drásticos por factores antropogénicos por el uso del suelo (agricultura). Esta área posee una vegetación inigualable al compararlo con las otras dos áreas (A y B). Este bosque brinda un sinnúmero de beneficios ecológicos y oportunidades educativas y científicas para el estudio de la

dinámica forestal de los bosques secundarios residuales en áreas agrícolas abandonadas, por tal razón es necesaria la conservación de esta área. Para la Parcela C, se recomienda integrar los programas de incentivos de las agencias, según el *Compendio de Incentivos y Programas para la Conservación de Recursos Naturales en Puerto Rico*, dándole prioridad a esta parcela (Parcela C) ya que la misma clasifica en la Categoría 4 (al igual que todo el proyecto eco- turístico): Manejo sustentable de terrenos agrícolas y rurales para la conservación de recursos naturales. A continuación los siguientes Programas que la propiedad pudiera cualificar: Incentivos para Calidad Ambiental, Seguridad para la Conservación, Asistencia Técnica de Conservación y Mejoramiento de Reservas para la Conservación.

El establecimiento de veredas interpretativas alrededor de la propiedad es una gran herramienta de educación en todos los niveles de dinámica y función de los ecosistemas presentes, al igual que las parcelas de investigación.

Recomendamos establecer monitoreo anual del desarrollo de la vegetación arbórea en la parcela permanente establecida en el bosque secundario residual maduro. Para ver la dinámica del bosque, se recomienda inventariar el mismo cada 5 años como se hace en el *Luquillo Experimental Dynamic Plot*, esto es importante para ver el desarrollo de especies y los cambios en la estructura del bosque a largo plazo y para planificar estrategias futuras de manejo que aceleren el proceso de reversión.

A parte de las recomendaciones para las parcelas de estudio antes mencionadas, también recomendamos desarrollar un plan de manejo detallado para la propiedad tomando en consideración el uso que se le dará al mismo como un proyecto agro-eco- turístico. Esto permitirá el preservar y conservar los hábitats existentes adaptando el

proyecto al entorno natural del lugar y también permitirá mejorar el hábitat que esté degradado a consecuencia de las prácticas agrícolas y silvícolas no sustentables que por años se dieron en estos terrenos.

Este estudio tuvo algunos aspectos que pueden ser considerados como limitaciones; la altura de todos los árboles fue estimada visualmente y no medido con los instrumentos utilizados para esto, como el clinómetro y la vara para medir árboles.

En este estudio demostramos la capacidad que poseen los bosques para regenerarse lo que demuestra que son dinámicos (cambiando su composición de especies continuamente) y elásticos (respuesta que les permite prevalecer en ambiente con perturbaciones naturales periódicas) como lo demostró Lugo, (2001) en sus estudios. Este estudio ofrecerá un beneficio para el futuro parque eco turístico y permitirá el manejo adecuado para mantener la sustentabilidad y el balance entre el ecosistema y el turismo.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, R.S. & RMA Environmental (2007). *Estudio de flora y fauna para un proyecto eco turístico bo. Ángeles, Utuado, Puerto Rico*. Eco-Parque del Tanamá, no publicado.
- Alvis, J. F. (2009). *Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán*. Facultad de Ciencias Agropecuarias 7 (1).
- Acevedo, G. (1982). *Clasificación de suelos región de Arecibo*, Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés).
- Autoridad de Carreteras y Transportación (Oficina de fotometría), fotos aéreas histórica del predio., (1936, 1963, 1977 y 2004).
- Birdsey, R., & Weaver P.L. (1982). *The forest resources of Puerto Rico*. Resour. Bull. SO-85 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station. 59 p.
- Bormann, F.H. & Likens, G.E. (1981). *Pattern and process in a forested ecosystem disturbance, development and the steady state based on the Hubbard Brook Ecosystems Study*. New York, NY: Springer-Verlag. 256 p.
- Botkin, D.B. & Keller, E.A. (2000) *Environmental science: Earth as a living planet* (3aed.). EE. UU.: John Wiley & Sons, Inc. 300-361.
- Brandeis, T.J., Helmer, E.H. & Oswelt, S.N. (2008). *El estado de los bosques de Puerto Rico, 2003*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal Estación de Investigación del Sur (Boletín de Recursos SRS-119).
- Carlo, T.A., Collazo, J.A & Groom, M.J. (2003). Avian fruit preferences across a Puerto Rico forested landscape: Pattern consistency and implications for seed removal *Oecologia* 134:119-131 DOI 10.1007/s00442-002-1087-1.
- Carlo, T.A., Collazo J.A. & Groom, M.J. (2004). Influences of fruit diversity and abundance on bird use of two shaded coffee plantations. *Biotropica* 36 (4): 602-614.
- CEDES, Envirosurvey, Inc., Forest Service Department of Agriculture, International Institute of Forestry, & US Fish & Wildlife Service. (2008). En M. Ortiz (Ed.) *Compendio de Incentivos y Programas para la Conservación de los Recursos Naturales en Puerto Rico*. [Segunda Edición] Escuela de Asuntos Ambientales Universidad Metropolitana.

- Compañía de Turismo. (1998). *Ley para Establecer la Política Pública que Permite el Desarrollo del Ecoturismo en Puerto Rico, (P. del S. 868) Ley núm. 340*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Compañía de Turismo. (2006). *Guías de Diseño para Instalaciones Eco Turísticas y de Turismo Sostenible*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas I. &, Montero, G., (2003). Índice de diversidad estructural en masas forestales. *Invest. Agrar.: Sist. Recur.* 12(1), 159-176
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal Estación de Investigación del Sur (1990). *Recurso forestal de Puerto Rico, 1990* (Boletín de Recursos SRS-22).
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2002). *Manual de reforestación para américa tropical*. (General Technical Report IITF-GTR-18). Servicio Forestal Instituto Internacional de Bosques Tropicales, Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1975). *Ley de Bosques de Puerto Rico, Ley núm. 133 del 1 de julio de 1975*. LPRA 12 § 191a 191o. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1988). *Ley para Fomentar la Siembra de Árboles Cuyas Frutos y Semillas Provean Alimento a Especies de Aves Silvestres de Puerto Rico. Ley Número 97 del 25 de junio de 1988*. LPRA 12 §. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Domínguez, C.C.M. (1989a). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XVI, *Acta Científica* 3(2-3):63-66.
- Domínguez, C.C.M. (1989b). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XVII, *Acta Científica* 3(2-3):63-66.
- Domínguez, C.C.M. (1989c). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XVIII, *Acta Científica* 3(2-3):63-66.
- Domínguez, C.C.M. (1989d). La situación forestal de Puerto Rico durante el siglo XX, *Acta Científica* 3(2-3):63-66.
- Ewel, J. J. &, Whitmore, L. (1973). *The ecological life zones of Puerto Rico and U.S. Virgin Islands*. Res. Pap. ITF –18. Río Piedras, PR. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
- Farjon, A. &, Styles, B.T. (1997). *Pinus* (Panaceae). *Flora neotropica monograph* 75:1-293. The New York botanical garden, New York, USA.

- Francis, J.K. (1999). *Especies forestales para plantar en áreas forestales, rurales y urbanas de Puerto Rico*. General technical report IITF-13. International Institute of Tropical Forest.
- Francis, J.K. & Lowe, C.A., (2000). *Biología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*. United States Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. General technical report IITF-15.
- Franco, M.S., Regil, H.H. & Ordoñez, J. (2006). Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca, *Madera y Bosque*, 12(1).17-28.
- Franco, P.A., Weaver, P.L. & MacIntosh, E.S. (1997). *Forest resources of Puerto Rico, 1990*. Resour. Bull. SRS-22. Ashville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station 45 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1982). *Yearbook of forests products*. 414p.
- Ford-Robertson (1971). Terminology of forest science, technology practice, and products. *The multilingual forestry terminology series 1*. Washington DC. Society of American Forest. 349 p.
- Gould, W.A., Alarcón, C., Fevold, B. & Jiménez, M.E (2007). *The Puerto Rico gap analysis project*. General Technical Report IITF-GTR-39. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal Instituto Internacional de Bosques Tropicales.
- Helmer, E.H., Ramos, O., Del M. López, T., Quiñones, M., & Díaz, W. (2002). Mapping the forest type and land cover of Puerto Rico, a component of the Caribbean biodiversity hotspot. *Caribbean Journal of Science*, 38 (3-4): 165-183.
- Joglar, R. L. (2008). *Biodiversidad de Puerto Rico*, Agustín Stahl, flora, hongos; serie de historia natural. Editorial, Universidad de Puerto Rico, Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico y Proyecto Coquí.
- Junta de Planificación (1998). *Reglamento de Siembra, Corte, Poda y Forestación de Puerto Rico*. Reglamento núm. 25. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Junta de Planificación (2000). *Reglamento para Implementar el Plan de Uso de Terreno de Puerto Rico*. Reglamento núm. 29. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Liegel, H.L. (1991). *Growth and site relationships of Pinus caribaea across the Caribbean basin*. Chapter 4 (29-34) Puerto Rico. General technical report SO-83. An institute of tropical forestry publication with University of Puerto Rico.

- Little, E. L., Jr., Wadsworth, F. & Marrero J. (1964). *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Island (2a. ed)*. Washington, D.C, EE. UU.: Editorial de la Universidad de Puerto Rico. 1-764.
- Lugo A.E. (1995). Management of tropical biodiversity. *Ecological Applications* 5: 956-961.
- Lugo A.E., Roges C.S., & Nixon S.W. (2000). Hurricanes, coral reefs and rainforests: resistance, ruin, and recovery in the Caribbean. *Ambio* 29: 106-114.
- Lugo A.E. (2001). El manejo de la biodiversidad en el siglo xxi. *Interciencia* 26 (10), 484-490.
- Lugo A. E. (2004). Emerging forest on abandoned land: Puerto Rico's new forests. *Elsevier, forest ecology and management* 190, 154-161.
- Lugo A.E., Román N. E., Quiñones, M., Marcano, V.H. & Vicéns I. (2005). El bosque estatal del nuevo milenio antes y después de huracán Georges. *Acta Científica* 19(1-3), 83-105,
- Marcano, V.H., Aide T.M., & Báez, D. (2002). Forest regeneration in abandoned coffee plantations and pastures in the Cordillera Central of Puerto Rico. *Plant Ecology*, 131: 75-87 Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands.
- Martin, P. H., Sherman R.E. & Fahey, T. (2003). Forty years of tropical recovery from agriculture and floristic of secondary and old-growth riparian forests in dominican republic, Institute of ecosystems studies, Department of natural resources, Cornell University.
- Molina, S. & Alemañy, S. (1997). *Species codes for the trees of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. General technical report SO-122. Forest Service, Southern research station.
- Muñiz, N.O. (2008). *Análisis estructural forestal del bosque San Patricio para restaurar hábitats degradados*. Tesis de maestría no publicada en Ciencias en Gerencia ambiental en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana, recinto de Río Piedras, Puerto Rico.
- Myers, R., J. & O'Brieny S.M. (2006). *Descripción general del manejo del fuego en las sabanas de pino Caribe (Pinus caribaea) de la mosquita, Honduras*. GFI informe técnico 2006-1^a. The National Conservancy, Arlintong, VA.
- Nebel, B. J. & Wright, R. T. (1999). Bosque primario. *Ciencias Ambientales; ecología y desarrollo sostenible*. Sexta edición. México: Prentice Hall.

- Odum, E.P. (1969). *The strategy of ecosystem development*. *Science*, 164 (3877):262-270.
- Pascarella, J.B., Aide, T.M. & Zimmerman, J.K. (2006). *The demography of miconia prasina (Melastomataceae) during secondary succession in Puerto Rico*. *Biotropica*, 39 (1):54-61.
- Queensland Department of Forestry. (1983). *Rainforest research in North Queensland*. Brisbane, Australia: 52 p.
- South Regional Climate Center, National Weather Service, (2007). *Estación meteorológica de Utuado (Station ID - 669608)*.
- Thomson, J., Brokaw N., Zimmerman J.K., Waide R.B., Everham E.M., Lodge D.J. Fluet M. (2002). Land use history, environment, and tree composition in a tropical forest. *Ecological Applications*, pp. 1344-1363. By the Ecological Society of America.
- USDA Forest Service (2008). Bosque nacional del Yunque, *La Historia del Cuido de la Tierra*. (Folleto)
- US Geological Service (1980). *Mapa topográfico Bayaney*, Escala 1:50,000.
- Wadsworth, F. H. (2000). Producción forestal para América tropical, *Manual de Agricultura 710-S*, Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal.
- Wadsworth, F. H. (2006a.). La otra mitad de la conservación forestal. *Acta científica* 20(1-3), 93-97.
- Wadsworth, F. H. (2006b.). ¿Cuándo plantar árboles en la finca? *Acta científica* 20(1-3), 89-90.

TABLAS

Tabla 1

Especies con diámetro \geq de 4 cm presentes en las tres Parcela (20m x 20m) de estudio en el Eco- Parque del Panamá.

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Abreviación	Cantidad de individuos
Achiotillo	<i>Alchornea latifolia</i>	nativo	ALCLAT	1
Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	introducido	COFROB	16
Camasey	<i>Miconia prasina</i>	nativo	MICPRA	82
Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i>	nativo	CORALL	2
Espino rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	nativo	ZANMAR	1
Eugenia	<i>Eugenia diversifolia</i>	nativo	EUGDIV	1
Granadillo	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	nativo	BUCTET	1
Guaba	<i>Inga vera</i>	nativo	INGVER	12
Guamá	<i>Inga laurina</i>	nativo	INGLAU	7
Guara	<i>Cupania americana</i>	nativo	CUPAME	1
Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	nativo	GUAGUI	10
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	introducida	PSIGUA	1
Higuillo	<i>Piper aduncum</i>		PIPADU	5
Hoja menuda	<i>Myrcia splendens</i>	nativo	MYRSPL	1
Laurel espada	<i>Ocotea floribunda</i>	nativo	OCOFLO	1
Laurel geo	<i>Ocotea leucoxylon</i>	nativo	OCOLEU	4
Moca	<i>Andira inermis</i>	nativo	ANDINE	1
Motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	nativo	SLOBER	12
Pino hondureño	<i>Pinus caribaea</i>	exótico	PINCAR	105
Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i>	introducido	EUGJAM	1
Roble nativo	<i>Tabebuia heterophylla</i>	nativo	TABHET	45
Spp	<i>spp-1</i>		Spp-1	11
Spp	<i>spp-2</i>		Spp-2	1
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	exótico	SPACAM	1
Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	nativo	CECSCH	18
Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	nativo	SCHMOR	21
Gaita	<i>Exothea paniculata</i>		EXOPAN	3
TOTAL				365

Tabla 2.

Abundancia de especies con diámetro \geq de 4 cm presentes en la Parcela A (20m x 20m) del bosque de barbecho (Pinus caribea v. h.) en el Eco- Parque del Tanamá.

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia total (%)
Pino hondureño	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hodurensis</i>	Exótico	PINCAR	105	59
Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	Nativo	TABHET	43	24
	Desconocido		spp	9	5
Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	nativo	CECSCH	9	5
Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	nativo	SCHMOR	6	4
Camasey	<i>Miconia prasina</i>	nativo	MICPRA	5	3
Total				177	100%

Tabla 3

Área basal y densidad total de árboles para la parcela A (bosque de Pinus caribaea v.h.)

Área basal (m²/ha)	Densidad de árboles por hectárea (ha)
43.5	4,525

Tabla 4

Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la parcela A (bosque de Pinus caribaea v.h.)

Especies	Área basal por especie (Ab) (m²/ha)	Área basal relativa (Abr) (%)	Densidad de árboles por hectárea (ha)	Densidad relativa (Dr) (%)	Valor de Importancia (VI) %
CECSCH	0.11	6.32	225	4.97	11.29
MICPRA	0.25	0.57	125	2.76	3.33
PINCAR	33.25	76.44	2625	58.01	134.45
SCHMOR	2	4.59	150	3.31	7.9
No Id.	1.75	4.02	275	6.07	10.09
TABHET	3.25	7.47	1125	24.86	32.33

Tabla 5.

Presencia de especies con diámetro ≥ 4 cm en las 16 sub-parcelas (5m x 5 m) de la parcela A del bosque de barbecho (Pinus caribaea v.h.) en el Eco-Parque de Tanamá

Sub parcelas (5x5 m)	Nombre común	Nombre científico	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia %	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)
SP1	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h.</i>	PINCAR	9	60	14.40	16.8
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	4	27	5.03	6.6
	Miconia	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	13	5.34	6.5
SP2	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h.</i>	PINCAR	6	60	11.89	7.7
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	3	30	4.49	6.4
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	10	4.57	4.8
SP3	Roble Nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	3	30	4.87	5.2
	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h.</i>	PINCAR	3	30	14.74	13.7
	Miconia	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	20	5.34	5.1
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	2	20	16	17.8
SP4	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h.</i>	PINCAR	11	65	13.39	8.3
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	4	23	13.11	10.7

	Roble Nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	12	5.80	6.1
SP5	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	2	67	14.94	16.1
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	33	15.24	20.6
SP6	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	7	59	5.62	6.6
	Miconia	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	17	4.57	
	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	1	8	15.24	14.7
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	8	12.80	8.1
		<i>Desconocido</i>	spp	1	8	6.10	17.2
SP7	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	11	85	13.58	10.8
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	15	6.25	6.8
SP8	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	17	90	15.24	10.3
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	1	5	6.10	6.4
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	5	12.20	9.2
SP9	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	5	56	13.84	4.7
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	2	22	14.48	11.3
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	22	6.25	12.6

SP10	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	50	6.25	6.35
		<i>spp</i>	<i>spp</i>	2	50	6.86	8.75
SP11	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	8	57	13.11	9
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	5	36	6.34	4.9
		<i>Miconia pracina</i>	MICPRA	1	7	6.40	6.5
SP12	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	10	62	14.86	11.2
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	6	38	6.30	6.8
SP13	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	5	62	12.74	10
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	25	5.48	6.5
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	13	6.10	6.4
SP14	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	6	50	13.26	13.9
		<i>spp</i>	<i>spp</i>	3	25	6.32	7.2
	Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	17	6.83	5.5
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	8	7.62	10
SP15	Pino Hondureño	<i>Pinus caribaea v.h</i>	PINCAR	1	50	15.24	19
		<i>spp</i>	<i>spp</i>	1	50	7.62	9.7

SP16	<i>Pino Hondureño v.h</i>	Pinus caribaea	PINCAR	10	77	12.68
Roble nativo	<i>Tabebuia heteropylla</i>	TABHET	2	15	6.86	7.6
	spp	spp	1	8	6.10	8

v.h = variedad *hodurensis* del *Pinus caribaea*

Tabla 6

Presencia de especies con diámetros ≥ 4 cm en la Parcela B (20m x 20m) bosque residual juvenil en el Eco- Parque del Tanamá

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia total (%)
Camasey	<i>Miconia prasina</i>	nativo	MICPRA	44	68
Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	nativo	SLOBER	6	9
Guabá	<i>Inga vera</i>	nativo	INGVER	4	5
Higuillo	<i>Piper adamcum</i>		PIPADU	4	5
Hoja menuda	<i>Myrcia splendens</i>	nativo	MYRSPL	2	3
Eugenia	<i>Eugenia diversifolia</i>	nativo	EUGDIV	1	2
Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	nativo	CECSCH	1	2
Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	exótico	SPACAM	1	2
Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	nativo	GUAGUI	1	2
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	introducida	PSIGUA	1	2
Total				65	100%

Tabla 7

Área basal y densidad total de árboles para la parcela B (bosque residual juvenil)

Área basal (m²/ha)	Densidad de árboles por hectárea (ha)
13.5	2,300

Tabla 8

Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la parcela B (bosque residual juvenil)

Especies	Área basal por especie (Ab) (m²/ha)	Área basal relativa (Abr) (%)	Densidad de árboles por hectárea (ha)	Densidad relativa (Dr) (%)	Valor de Importancia (VI) %
CECSCH	3	22.22	25	1.09	23.31
EUGDIV	0.07	0.52	25	1.09	1.61
GUAGUI	0.18	1.33	25	1.09	2.42
INGVER	1.75	12.96	75	3.26	16.22
MICPRA	5.14	38.09	1750	76.09	114.18
MYRSPL	0.09	0.65	25	1.09	1.74
PIPADU	0.25	1.85	125	5.43	7.28
PSIGUA	0.28	2.07	25	1.09	3.16
SLOBER	1.25	9.26	200	8.69	17.96
SPACAM	0.025	0.19	25	1.09	1.28

Tabla 9

Presencia de especies con diámetros ≥ 4 cm en las 16 Subparcelas (5m x 5m) de la Parcela B bosque residual juvenil en el Eco-Parque del Tanamá

Sub parcelas (5x5 m)	Nombre común	Nombre científico	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia (%)	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)
SP1	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	5	83	7.32	5.9
	Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	SLOBER	1	17	9.76	11
SP2	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	4	58	8.54	12
	Moral	<i>Sloanea berteriana</i>	SLOBER	1	14	5.94	5.3
		<i>Eugenia diversifolia</i>	EUGDIV	1	14	6.1	4.7
	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	PSIGUA	1	14	6.7	5
SP3	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	4	67	4.73	4.5
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	1	16	6.1	5.5
	Higuillo	<i>Piper aduncum</i>	PIPADU	1	17	13.41	22
SP4	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	SPACAM	1	100	3.5	4.2
SP5	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	100	5.49	5.7
SP6	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	4	100	4.42	4.6
SP7	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	40	5.79	5.2
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	2	40	12.2	7.6

	Higuillo	<i>Piper adancum</i>	PIPADU	1	20	12.2	22.3
SP8	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	6	100	4.9	5.9
SP9	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	50	6.7	5.2
	Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	SLOBER	2	50	6.4	7.6
SP10	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	1	34	13.41	19.5
	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	GUAGUI	1	33	9.14	9.6
	Yagrumo	<i>Cecropia</i>					
	hembra	<i>schreberiana</i>	CECSCH	1	33	15.86	39
SP11	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	100	7.62	6.6
SP12	Hoja menuda	<i>Myrcia splendens</i>	MYRSPL	2	40	6.4	7.8
		<i>Sloanea</i>					
	Cacao motillo	<i>berteriana</i>	SLOBER	1	20	10.67	15.1
	Higuillo	<i>Piper adancum</i>	PIPADU	1	20	4.27	4
	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	1	20	4.27	5.8
SP13	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	3	75	5.49	7.4
	Higuillo	<i>Piper adancum</i>	PIPADU	1	25	4.57	7
SP14	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	1	50	4.27	5.5
		<i>Sloanea</i>					
	Cacao motillo	<i>berteriana</i>	SLOBER	1	50	8.54	10.1
SP15	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	6	100	5.34	7.3
SP16	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	100	4.29	5.9

Tabla 10

Presencia de especies con diámetros $\geq 4\text{cm}$ en la Parcela C (20m x 20m) bosque residual maduro en el Eco-Parque del Tanamá

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia total (%)
Camasey	<i>Miconia prasina</i>	nativo	MICPRA	7	9
Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	introducido	COFROB	13	16
Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i>	nativo	CORALL	2	3
Guaba	<i>Inga vera</i>	nativo	INGVER	9	12
Guamá	<i>Inga laurina</i>	nativo	INGLAU	7	9
Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	nativo	GUAGUI	9	12
Laurel geo	<i>Ocotea leucoxylon</i>	nativo	OCOLEU	3	4
Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	nativo	SLOBER	4	5
Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	nativo	CECSCH	3	4
Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	nativo	SCHMOR	11	14
Otras especies de menor abundancia:					12
Achiotillo	<i>Alchornea latifolia</i>	nativo	ALCLAT	1	
Espino rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	nativo	ZANMAR	1	
Granadillo	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	nativo	BUCTET	1	
Guara	<i>Cupania americana</i>	nativo	CUPAME	1	
Laurel espada	<i>Ocotea floribunda</i>	nativo	OCOFLO	1	
Moca	<i>Andira inermis</i>	nativo	ANDINE	1	
Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i>	introducido	SYZJAM	1	
	<i>Exothea paniculata</i>		EXOPAN	1	
	spp-2		Spp-2	1	
Total				77	100%

Tabla 11

Área basal y densidad total de árboles para la parcela C (bosque residual maduro)

Área basal (m²/ha)	Densidad de árboles por hectárea (ha)
36	2,300

Tabla 12

Área basal, densidad de árboles y valor de importancia por especies para la parcela C (bosque residual maduro)

Especies	Área basal por especie (Ab) (m²/ha)	Área basal relativa (Abr) (%)	Densidad de árboles por hectárea (ha)	Densidad relativa (Dr) (%)	Valor de Importancia (VI) %
ALCLAT	0.1	0.27	25	1.08	1.37
ANDINE	0.75	2.08	25	1.08	3.18
BUCTET	3	8.35	25	1.08	9.45
CECSCH	4.25	11.83	200	8.69	20.54
COFROB	1.25	5.46	400	17.39	22.88
CORALL	0.12	0.36	50	2.17	2.53
CUPAME	0.07	0.19	25	1.08	1.27
EUGJAM	0.05	0.13	25	1.08	1.23
EXOPAN	1.25	3.48	75	3.26	6.74
GUAGUI	9.25	25.76	225	9.78	35.55
Individual sin ID.	1.5	4.17	25	1.08	5.27
INGLAU	1.75	4.87	175	7.6	12.48
INGVER	2.75	7.66	225	9.78	17.44
MICPRA	1	2.78	175	7.6	10.39
OCOFLO	0.04	0.09	25	1.08	6.65
OCOLEU	1.75	4.87	100	4.34	9.21
SCHMOR	6.25	17.4	375	16.3	33.71
SLOBER	1.5	4.17	100	4.34	8.52
ZANMAR	0.25	0.69	25	1.08	1.78

Tabla 13

Presencia de especies con diámetros $\geq 4\text{cm}$ en la subparcela C (5m x 5m) bosque residual maduro en el Eco-Parque del Tanamá

Subparcelas (5x5 m)	Nombre común	Nombre científico	Abreviación	Cantidad de individuos	Abundancia (%)	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)
SP1	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	1	34	4.3	4.27
	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	1	33	17.68	16.9
	Laurel geo	<i>Ocotea leucoxylon</i>	OCOLEU	1	33	22.56	26.3
SP2	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	100	15.85	14.3
SP3	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	3	75	7.21	6.4
	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	1	25	9.14	4.3
SP4	Guaba	<i>Inga vera</i>	INGLVER	1	50	12.2	4.2
	Laurel geo	<i>Ocotea leucoxylon</i>	OCOLEU	1	50	9.14	14.3
SP5	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	1	20	4.6	5.4
	Camasey	<i>Miconia parasina</i>	MICPRA	2	40	8.08	7.2
	Granadillo Moca	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	BUCTET	1	20	23.02	39
		<i>Andira inermis</i>	ANDINE	1	20	17.04	20.7
SP6	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	2	50	3.36	6.5
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	25	4.27	4.9
		Spp.	Spp.	1	25	3.67	8.8

SP7	Café robusta	<i>Cofea robusta</i>	COFROB	1	25	6.9	4.8
	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	1	25	2.74	12.3
	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	1	25	7.32	5.2
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	25	7.32	6.4
SP8	Espino rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	ZANMAR	1	25	14.33	12
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	1	25	5.49	11.6
	Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	SLOBER	1	25	12.2	24
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	25	6.1	5.3
SP9	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	1	20	8.54	4.8
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INVER	1	20	12.8	15.9
	Guara	<i>Cupania americana</i>	CUPAME	1	20	7.62	6.1
	Guaraguao	<i>Guarea guidonea</i>	GUAGUI	2	40	5.34	4.4
SP10	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	1	25	6.1	4.3
	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	GUAGUI	2	50	6.11	9.4
		<i>Exothea paniculata</i>	EXOPAN	1	25	13.8	20.5
SP11	Achiotillo	<i>Alchornea latifolia</i>	ALCLAT	1	16	9.76	7.3
	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	1	16	7.32	4.2
	Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i>	CORALL	1	17	9.14	6.8
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	17	22.26	18.2
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	17	18.29	38
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	1	17	4.27	4.3
SP12	Capá prieto	<i>Cordia alliodora</i>	CORALL	1	12	8.54	4.3
	Guabá	<i>Inga vera</i>	INGVER	4	50	10.1	13.3

	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	GUAGUI	3	38	7.82	5.5
SP13	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	1	25	3.35	4.7
	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	1	25	12.8	17.2
	Guaraguao	<i>Guarea guidonia</i>	GUAGUI	2	20	18.29	47
SP14	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	1	50	7.93	6.7
	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	1	50	4.88	6
SP15	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	2	18	8.54	7.6
	Guamá	<i>Inga laurina</i>	INGLAU	1	9	7.32	4
	Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i>	EUGJAM	1	9	7.93	5.2
	Yagrumo hembra	<i>Cecropia schreberiana</i>	CECSCH	1	9	17.68	25
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	6	55	14.36	9.7
SP16	Cacao motillo	<i>Sloanea berteriana</i>	SLOBER	3	30	12.83	8.3
	Café robusta	<i>Coffea robusta</i>	COFROB	2	20	7.3	4.9
	Yagrumo macho	<i>Schefflera morototoni</i>	SCHMOR	1	10	20.73	20.08
	Camasey	<i>Miconia prasina</i>	MICPRA	2	20	12.5	8.1
	Laurel geo	<i>Ocotea leucoxydon</i>	OCOLEU	2	20	15.7	10.2

Tabla 14

Análisis de suelo para las parcelas de estudio en el Eco-Parque del Tanamá

Parcela	Subparcelas	pH	Humedad %	Tipo de Suelo
A	1	5.4	55	Adjunta (AdF2)
	6	5.4	55	
	16	6	40-45	
B	2	6.1	51	Humata (HmF)
	4	6.2	45-50	
	13	6.1	50	
C	4	7	55	Adjunta (AdF2)
	9	5.3	55	
	12	5.3	60	

Tabla 15

Árboles presente en las Parcelas de estudio que brindan alimento a aves.

Nombre científico del árbol	Nombre común del árbol	Nombre científico del ave	Nombre común del ave	Beneficio del árbol
<i>Alchornea latifolia</i>	Achiotillo	<i>Loxigilla portorricencis</i>	Comeñame	fruto
<i>Cecropia schreberiana</i>	Yagrumo macho	<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	fruto
		<i>Spindalis portoricensis</i>	Reina mora	fruto
		<i>Loxigilla portorricencis</i>	Comeñame	fruto
		<i>Euphonia musica</i>		fruto
		<i>Nespsingus speculiferus</i>	Llorosa	fruto
			Zorzal patas ana.	fruto
<i>Cupania americana</i>	Guara	<i>Turdus plumbeus</i>		fruto
		<i>Loxigilla portorricencis</i>	Comeñame	fruto
			Zorzal patas ana.	fruto
<i>Eugenia jambos</i>	Pomarrosa	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	néctar
<i>Guarea guidonia</i>	Guaraguao	<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	fruto
		<i>Loxigilla portorricencis</i>	Comeñame	fruto
		<i>Nespsingus speculiferus</i>	Llorosa	fruto
			Zorzal patas ana.	fruto
<i>Inga vera</i>	Guaba	<i>Turdus plumbeus</i>		fruto
		<i>Spindalis portoricensis</i>	Reina mora	fruto
		<i>Loxigilla portorricencis</i>	Comeñame	fruto
		<i>Nespsingus speculiferus</i>	Llorosa	fruto

<i>Micona prasina</i>	Camasey	<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	fruto
		<i>Spindalis portoricensis</i>	Reina mora	fruto
		<i>Loxigilla portoricensis</i>	Comeñame	fruto
<i>Pinus caribaea</i>	Pino hondureño	<i>Melanerpes portoricensis</i>	Carpintero de PR	insecto
			Pájaro bobo	
		<i>Coccyzus vieilloti</i>	mayor	ins./rept.
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	néctar
<i>Schefflera morototoni</i>	Yagrumo hembra	<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	fruto
		<i>Spindalis portoricensis</i>	Reina mora	fruto
		<i>Loxigilla portoricensis</i>	Comeñame	fruto
		<i>Euphonia musica</i>		fruto
		<i>Nespsingus speculiferus</i>	Llorosa	fruto
			Zorzal patas	
		<i>Turdus plumbeus</i>	ana.	fruto
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	néctar
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Roble nativo	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita común	néctar
		<i>Spindalis portoricensis</i>		néctar
		<i>Chlorostilbon maugaeus</i>	Reina mora Zumbadorcito de PR	néctar
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	Espino rubial	<i>Margarops fuscatus</i>	Zorzal pardo	fruto

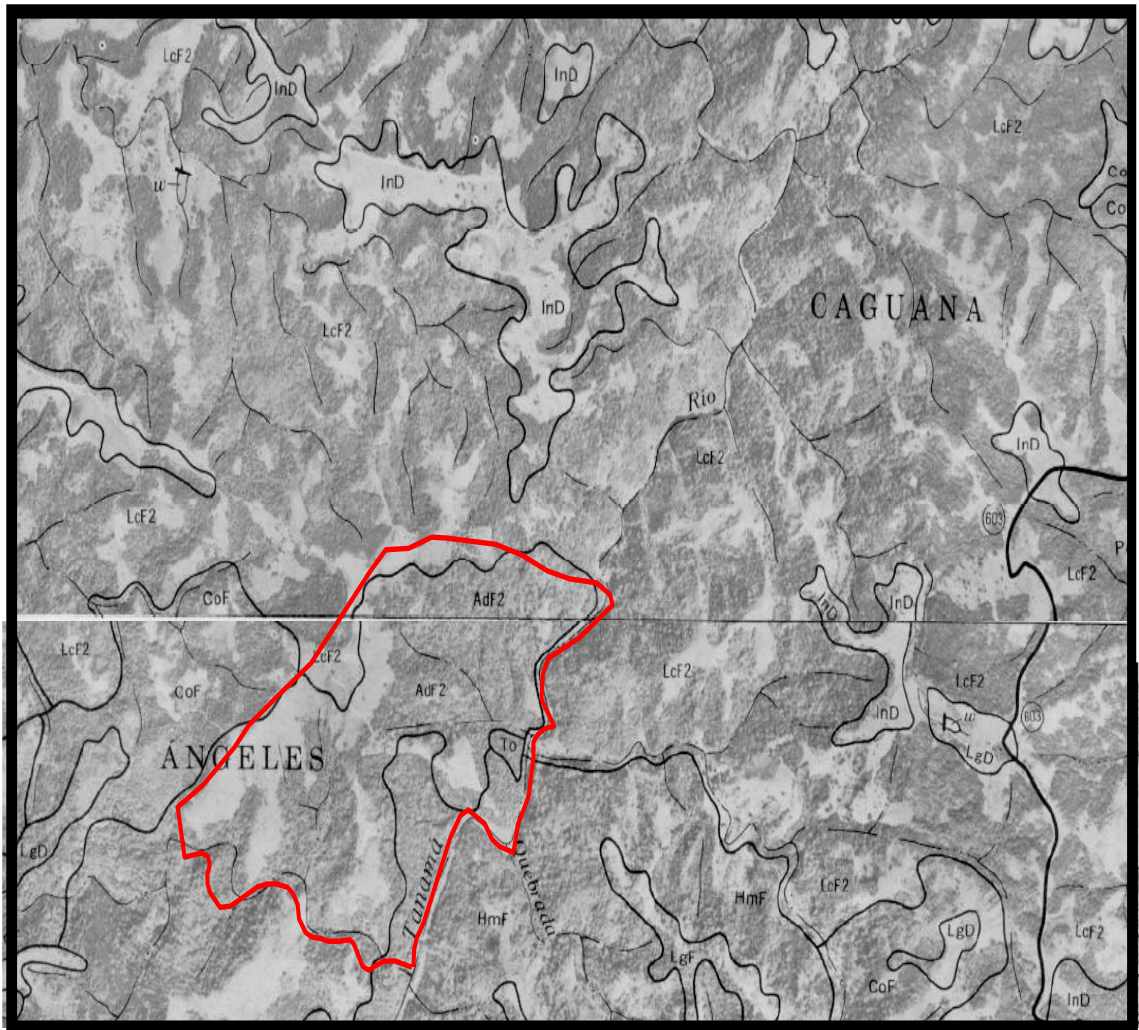
Tabla 16

Especies de árboles recomendados a sembrarse en el área de las Parcelas A y B.

Nombre científico	Nombre común	Abreviación	Clasificación	Estado	Beneficio del árbol a las aves
<i>Alchornea latifolia</i>	Achiotillo	ALCLAT	N	N/A	fruto
<i>Andira inermis</i>	Moca	ANDINE	N	N/A	flores
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	Granadillo	BUCTET	N	N/A	flores
<i>Byrsonima spicata</i>	Maricao	BYRSPI	N	N/A	flores / fruto
<i>Cordia sulcata</i>	Capá prieto	CORSUL	N	N/A	flores
<i>Cyathia arborea</i>	Helecho arbóreo	CYAARB	N	N/A	-
<i>Eugenia diversifolia</i>	Eugenia	EUGDIV	N	N/A	flores
<i>Guarea guidonia</i>	Guaraguao	GUAGUI	N	N/A	Fruto
<i>Inga laurina</i>	Guamá	INGLAU	N	N/A	fruto
<i>Inga vera</i>	Guaba	INGVER	N	N/A	fruto
<i>Manilkara bidentata</i>	Ausubo	MANBID	N	N/A	fruto
<i>Myrcia splendens</i>	Hoja menuda	MYRSPL	N	N/A	flores
<i>Ocotea leucoxydon</i>	Laurel geo	OCOLEU	N	N/A	flores
<i>Ocotea floribunda</i>	Laurel espada	OCOFLU	N	N/A	flores
<i>Ormosia krugii</i>	Palo de matos	ORMKRU	N	N/A	flores
<i>Roystonea borinquena</i>	Palma real	ROYBOR	N	N/A	fruto
<i>Sloanea berteriana</i>	Motillo	SLOBER	N	N/A	flores
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Roble nativo	TABHET	N	N/A	flores
<i>Zanthoxylum flavum</i>	Aceitillo	ZANFLA	N	E/C	Flores / fruto
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	Espino rubial	ZANMAR	N	N/A	fruto

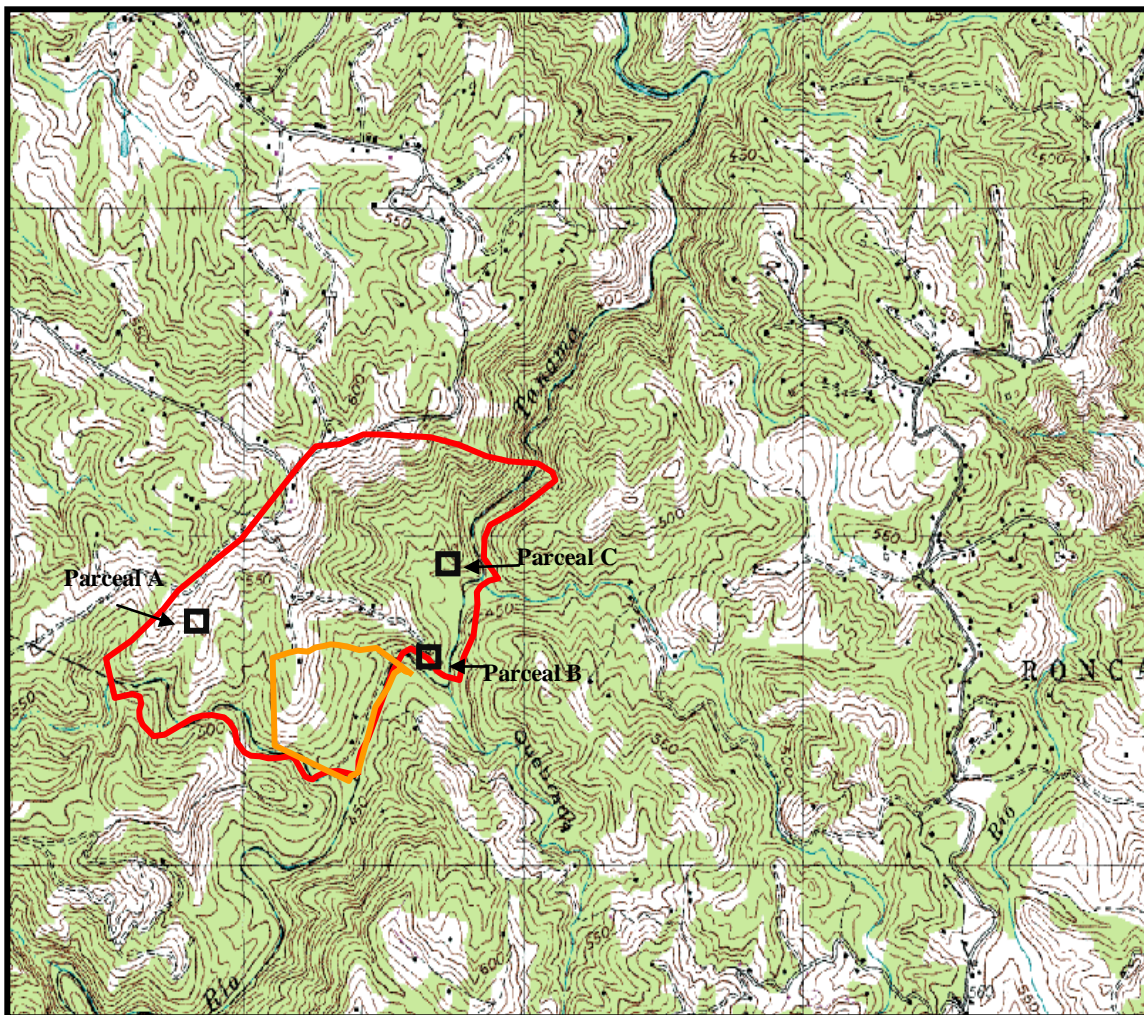
N/A = no amenazada E/C= especie crítica N= nativo

FIGURAS



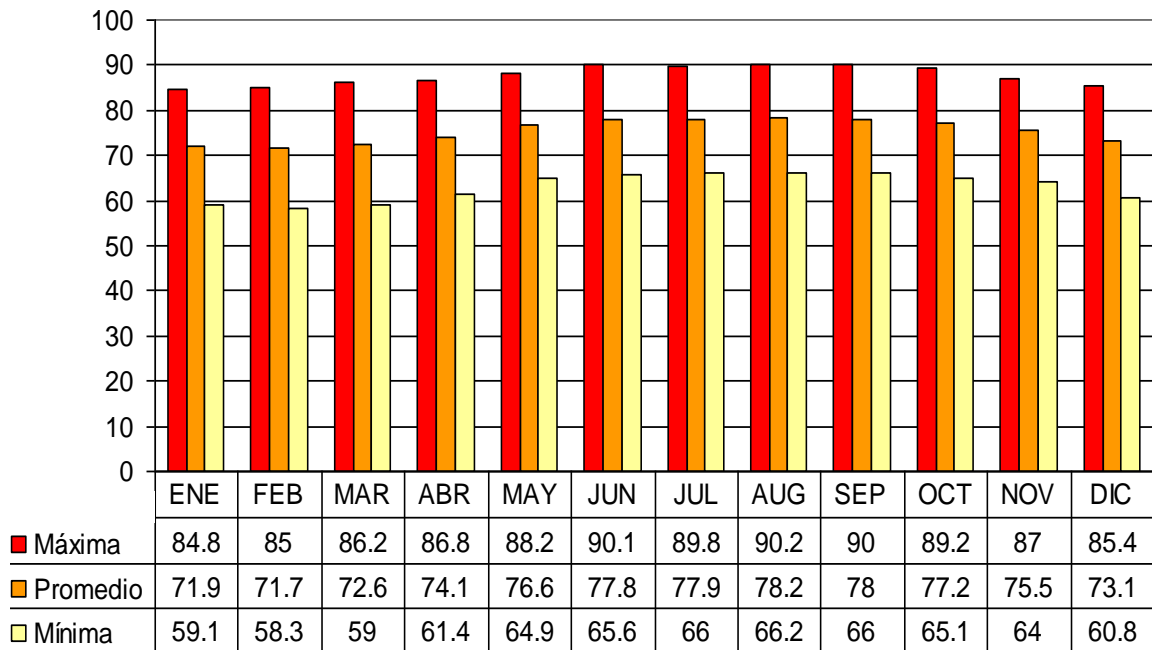
Fuente: (Adoptado de G. Acevedo, 1982, Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés).

Figura 1. Inventario de suelos para del área de estudio ubicado en el futuro Eco-Parque del Tanamá, Utuado.



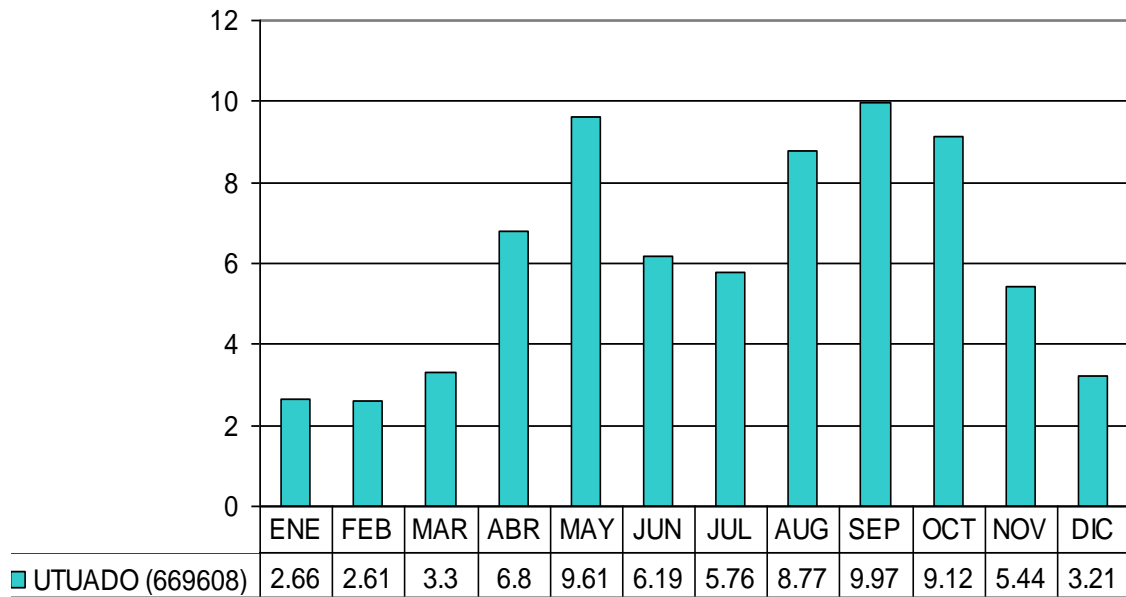
Fuente: US Geological Service (USGS) Cuadrángulo Topográfico Bayaney, Escala 1:50,000

Figura 2. Mapa topográfico mostrando la ubicación de las parcelas bajo estudio.



Fuente: Southeast Regional Climate Center. National Weather Service (2007).

Figura 3. Temperaturas para la estación meteorológica (669608) de Utuado, Puerto Rico (Eco-Parque del Tanamá).



Fuente: Southeast Regional Climate Center National Weather Service (2007).

Figura 4. Precipitación para la estación meteorológica (669608) de Utuado, Puerto Rico (Eco-Parque del Tanamá).

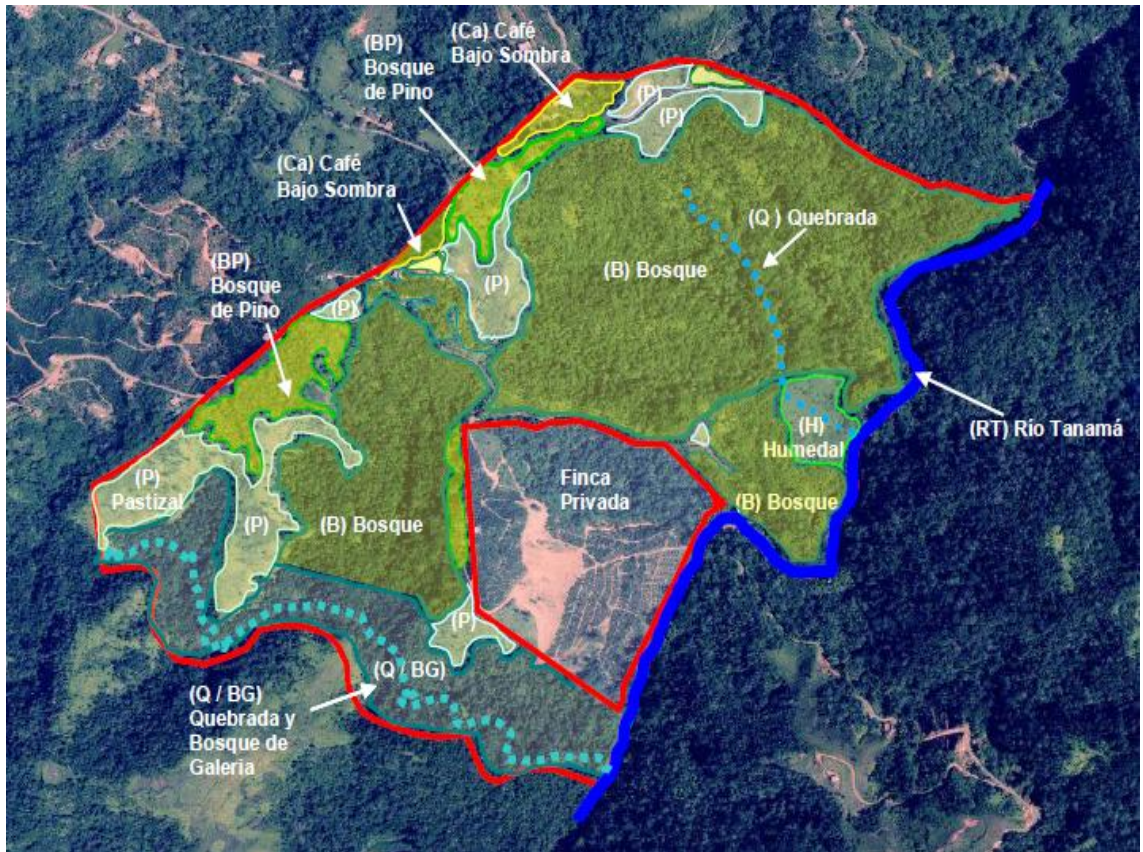


Figura 5. Foto aérea de Ecosistemas presentes en terrenos del futuro Eco-Parque del Tanamá (Autoridad de Carretera; Escala 1:50) 2004.

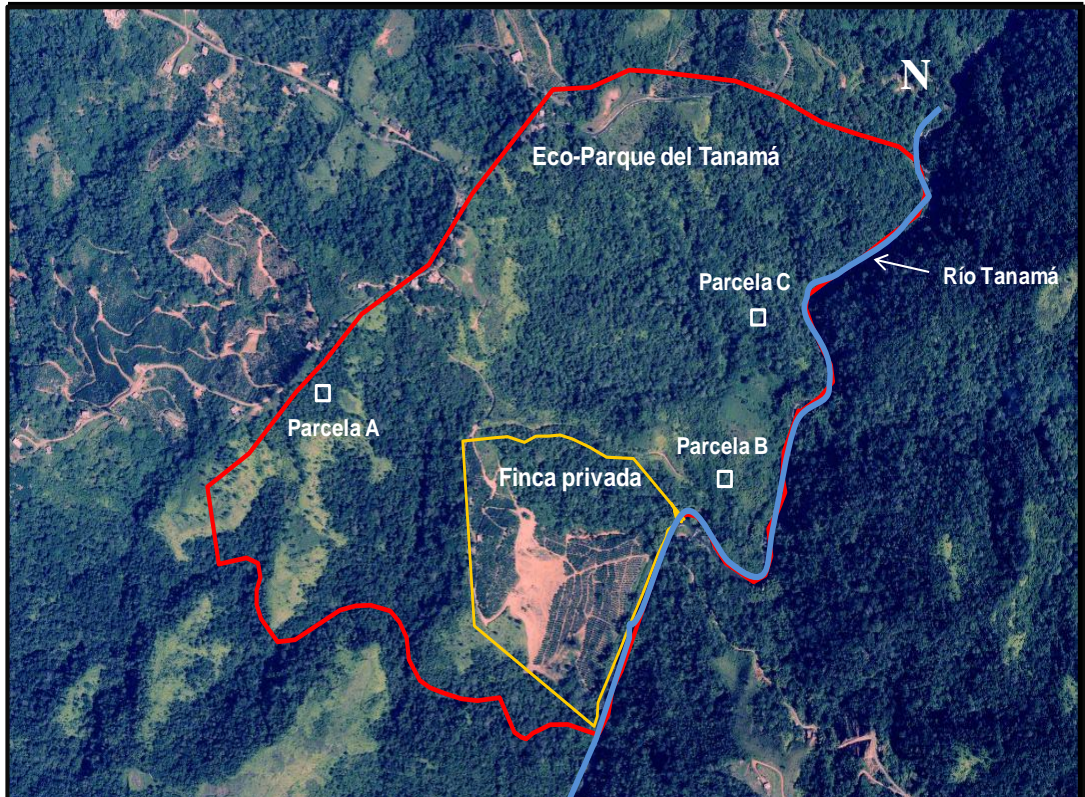
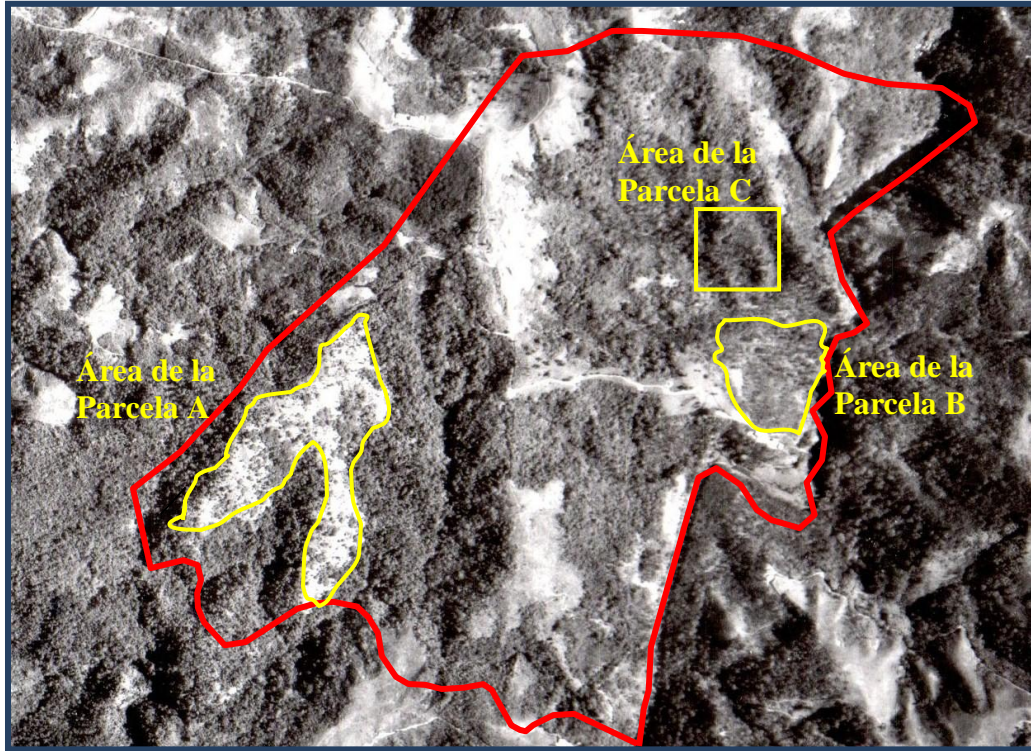
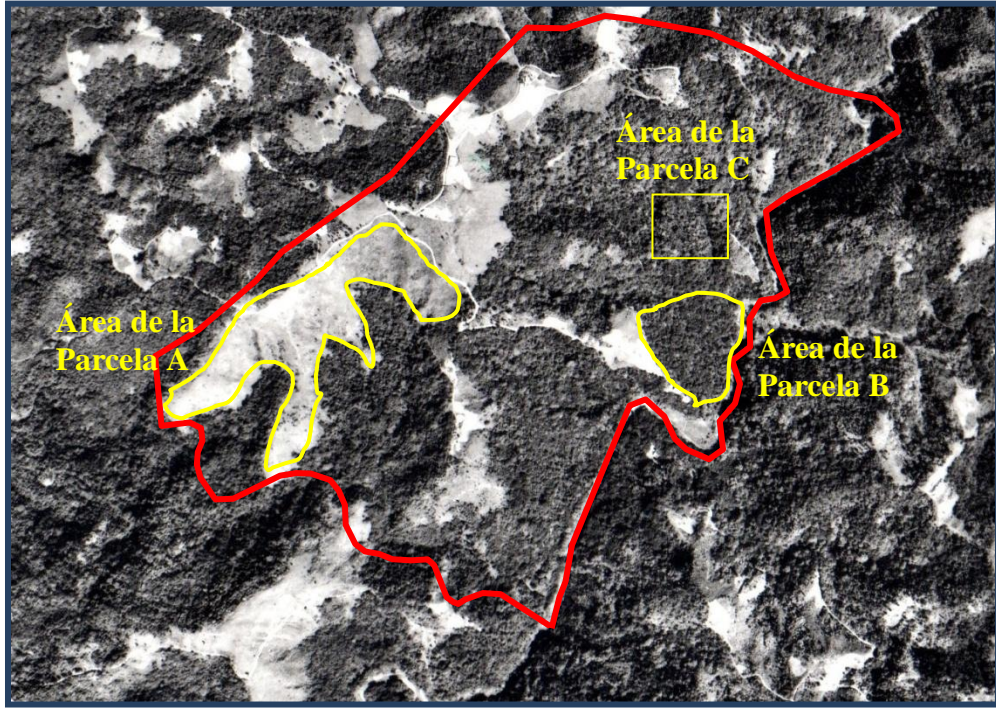


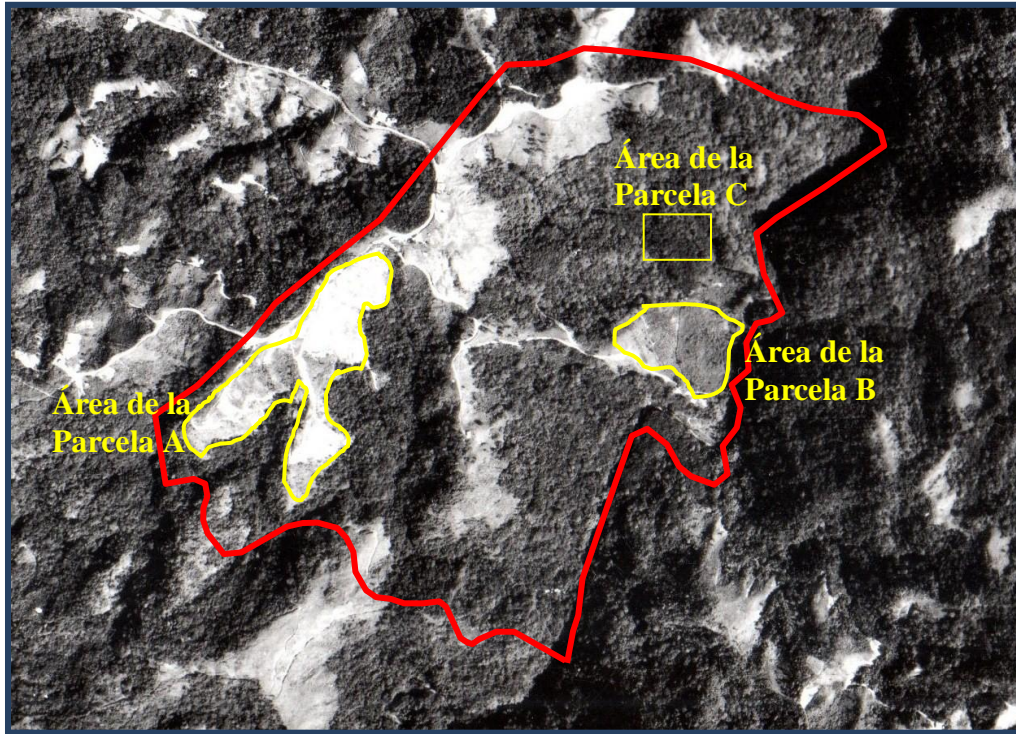
Figura 6. Foto Aérea Mostrando las Áreas de Estudio (Autoridad de Carretera; Escala 1:50) 2004.



*Figura 7. Foto aérea histórica del área de estudio.
Año: 1936 / Escala: 1:18,000 (Autoridad de Carretera).*



*Figura 8. Foto aérea histórica del área de estudio.
Año: 1963 / Escala: 1:20,000 (Autoridad de Carretera).*



*Figura 9. Foto aérea histórica del área de estudio.
Año: 1977 / Escala: 1:20,000 (Autoridad de Carretera).*

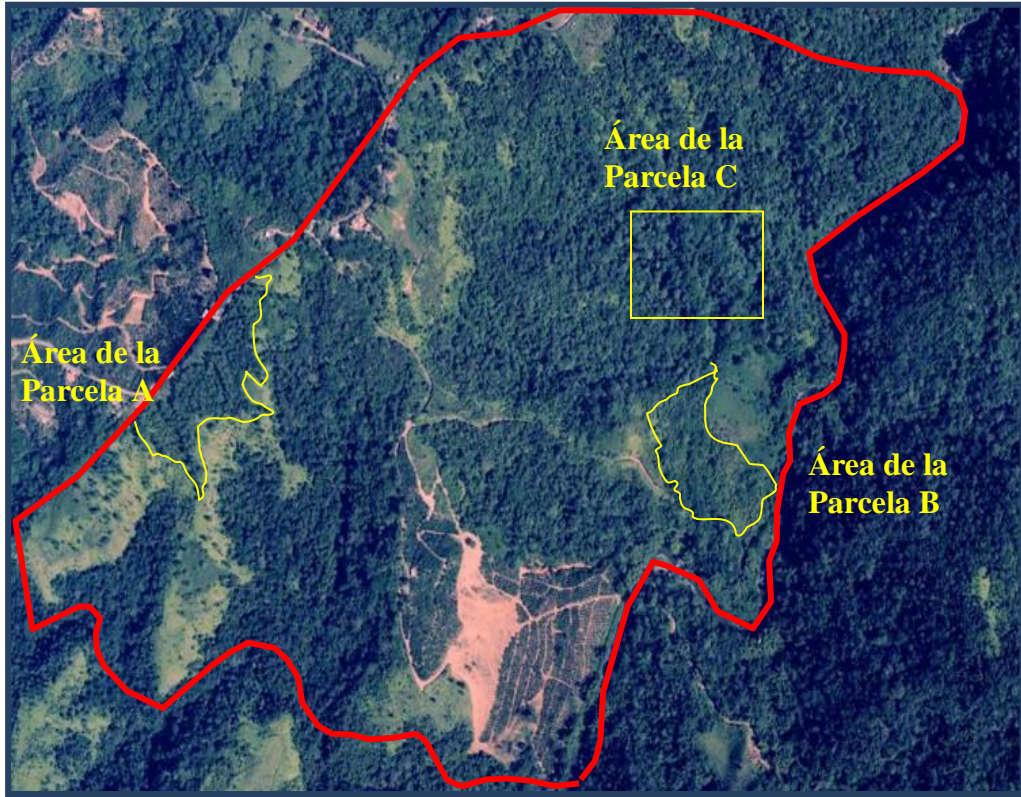


Figura 10. Foto aérea histórica del área de estudio.
Año: 2004 / Escala: 1:50 (Autoridad de Carretera).

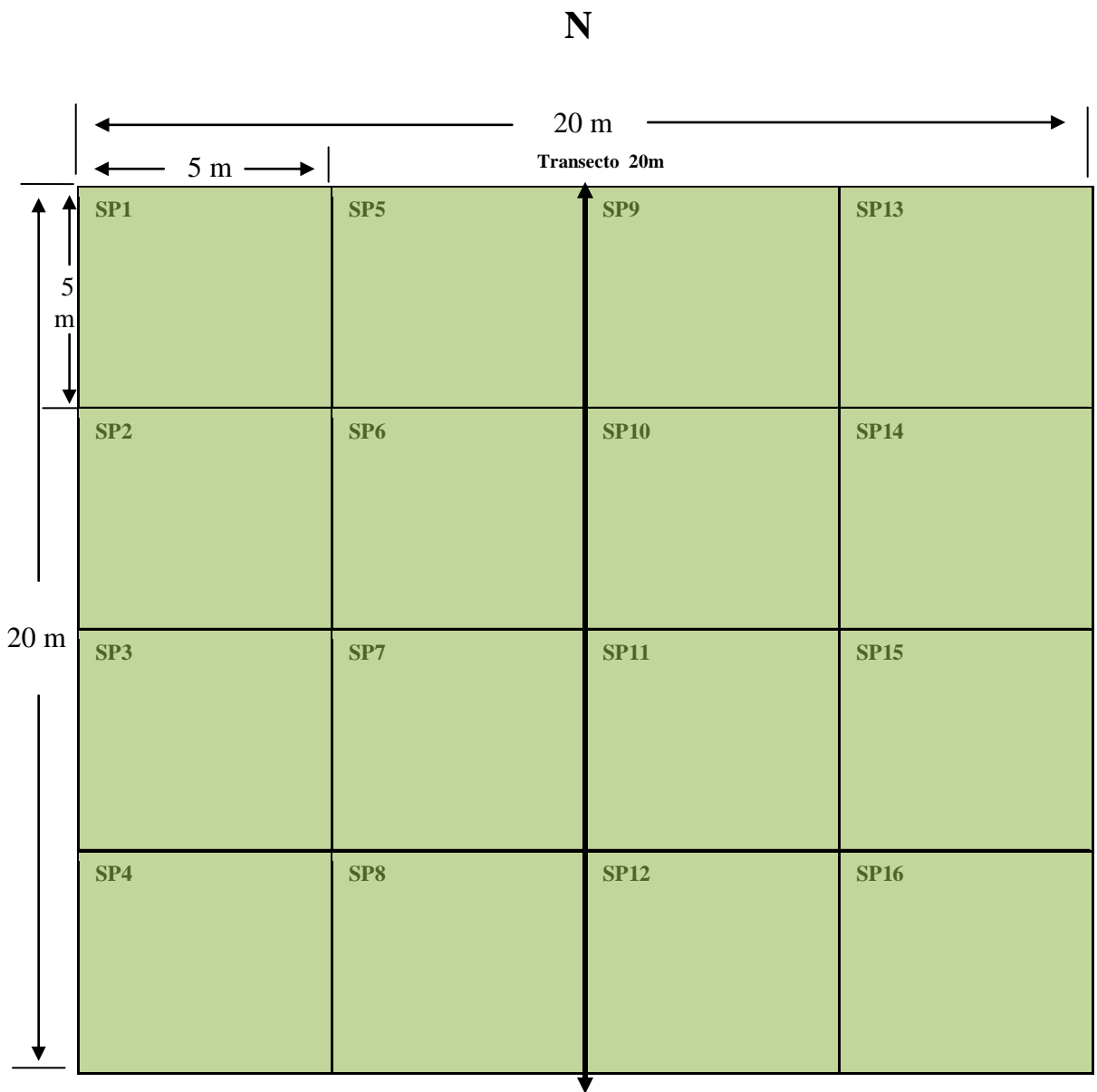
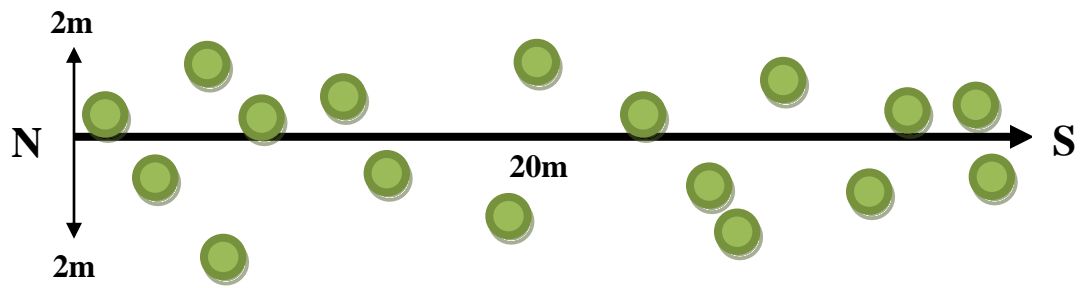


Figura 11. Método gráfico de Parcela; *Luquillo Forest Dynamic Plot* (LFDP, por sus siglas en inglés).



Fuente: Selinette Álvarez, 2009

Figura 12. Método gráfico de los Transectos.

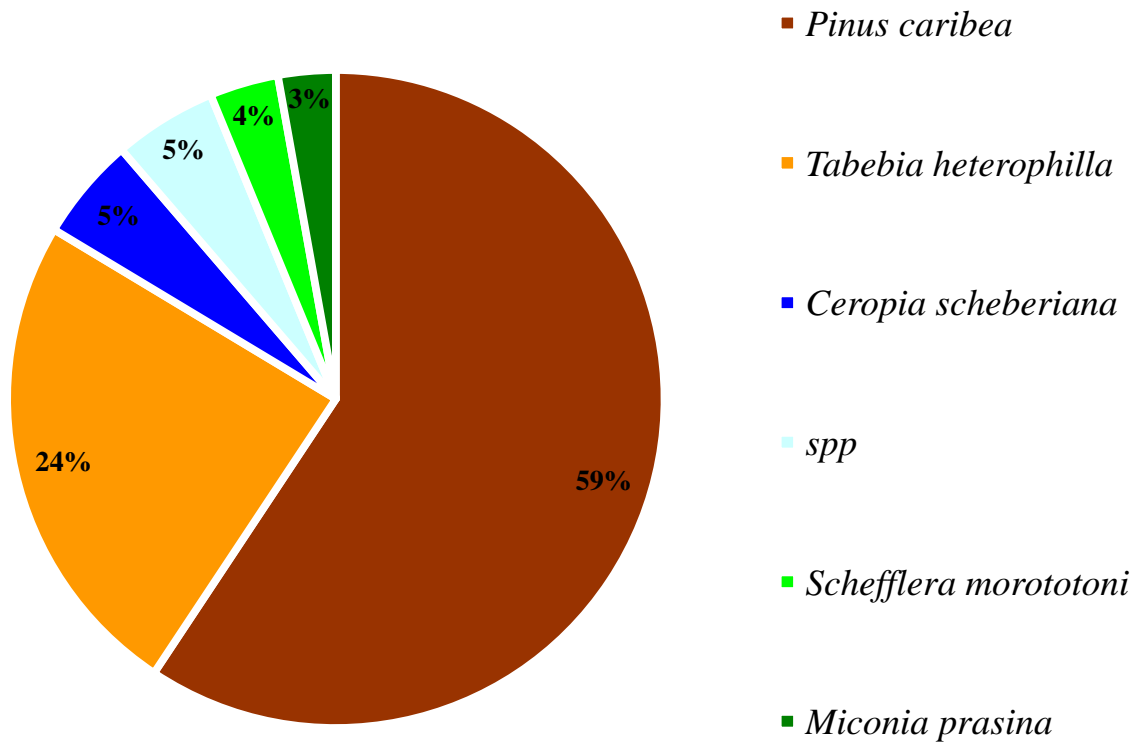


Figura 13. Abundancia de especies en la Parcela A (bosque de barbecho de *Pinus caribaea* v. h.).

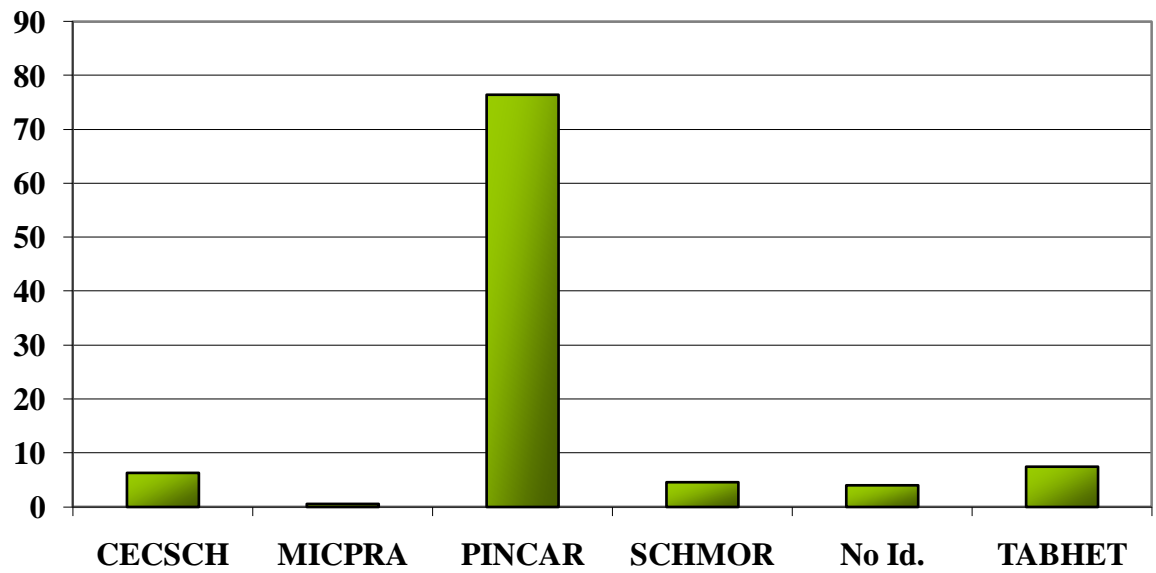


Figura 14. Área basal relativa por especie expresada en por ciento para la Parcela A. (bosque de barbecho de *Pinus caribaea* v. *h.*).

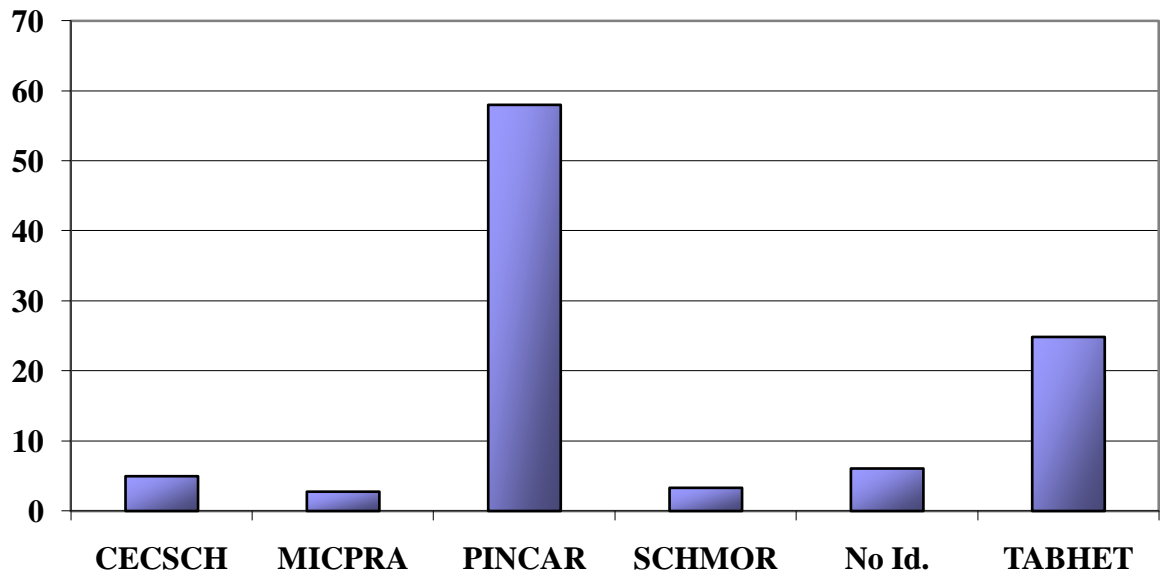


Figura 15. Densidad relativa de árboles por especie expresada en por ciento para la Parcela A (bosque de barbecho de *Pinus caribaea* v. *h.*).

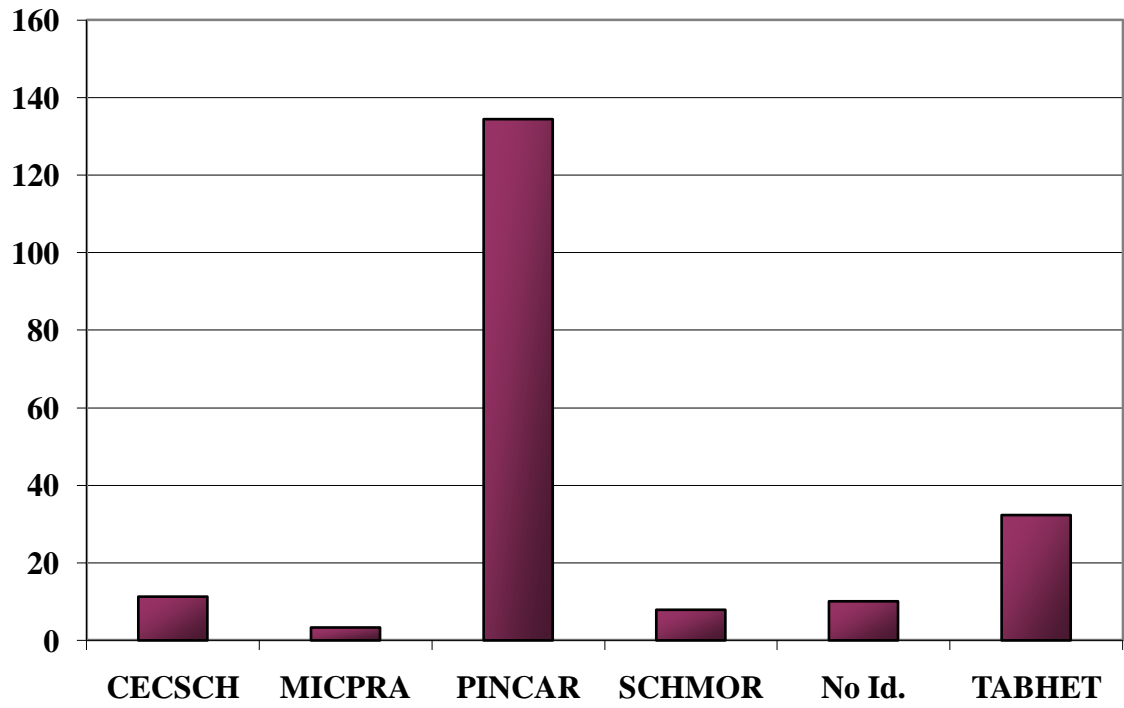


Figura 16. Valor de Importancia (VI) por especie expresada en porciento para la Parcela A (bosque de barbecho de *Pinus caribaea* v. *h.*).

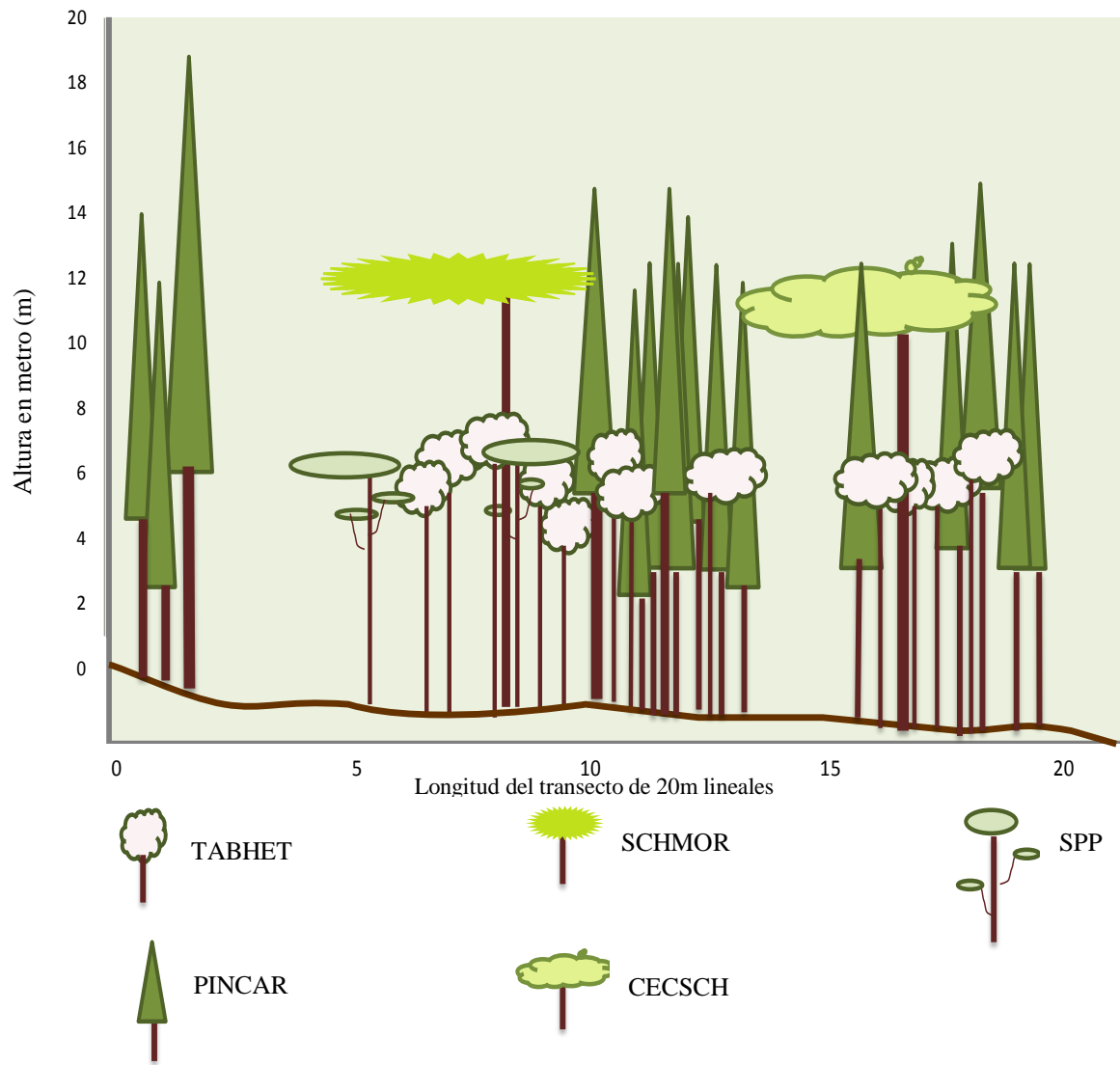


Figura 17. Perfil de altura en la Parcela A (bosque de *Pinus caribaea* v.h.)

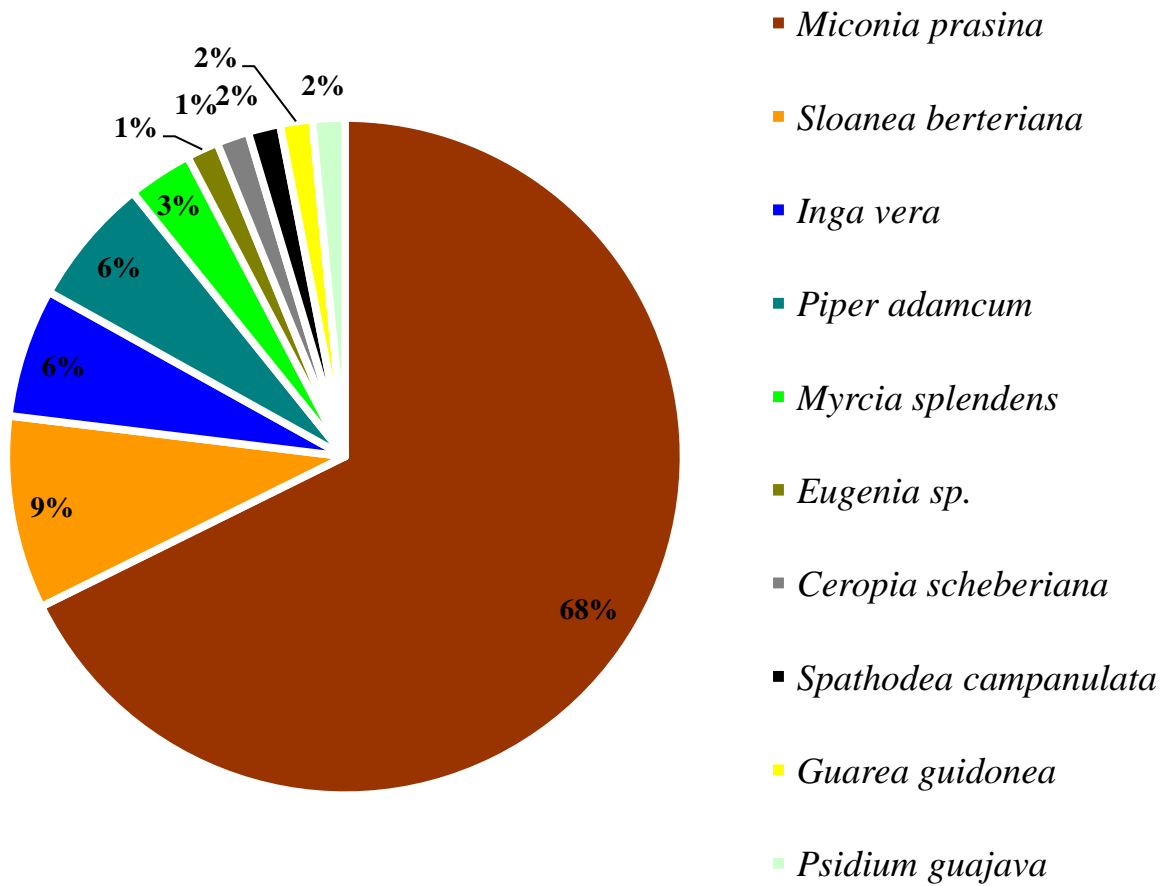


Figura 18. Abundancia de especies en la Parcela B (bosque residual juvenil).

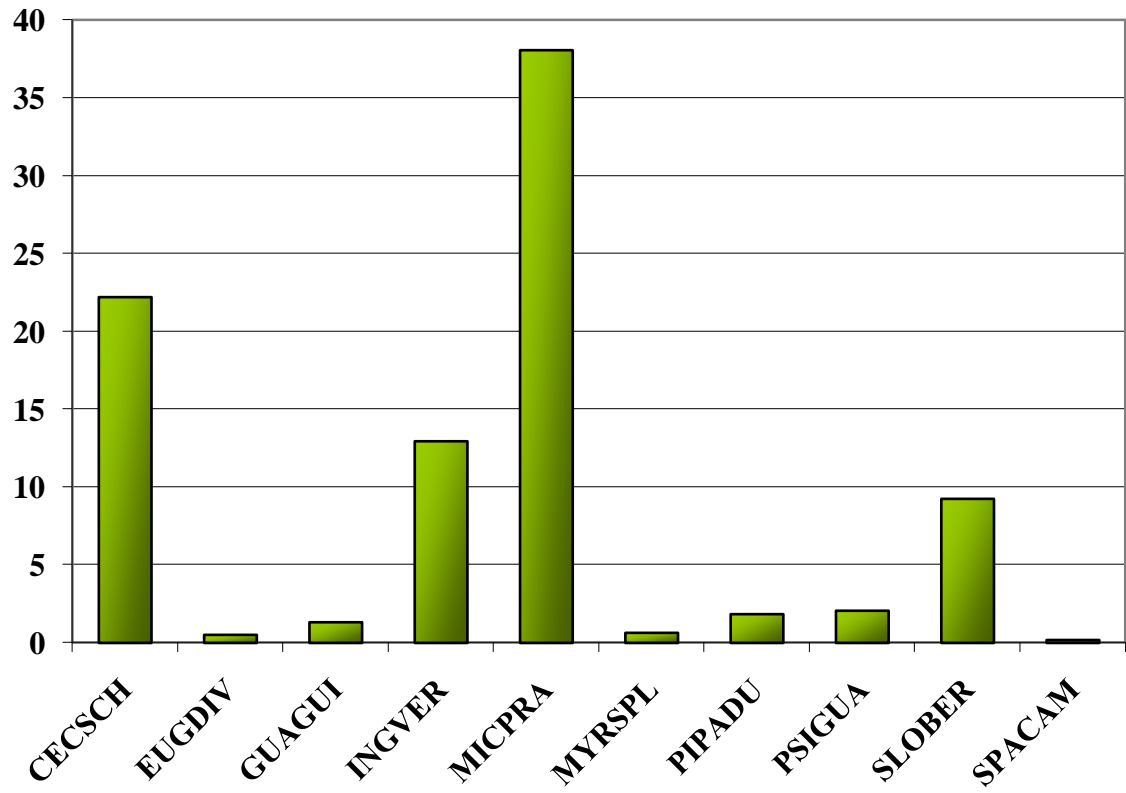


Figura 19. Área basal relativa por especie expresada en por ciento para la Parcela B (bosque residual juvenil).

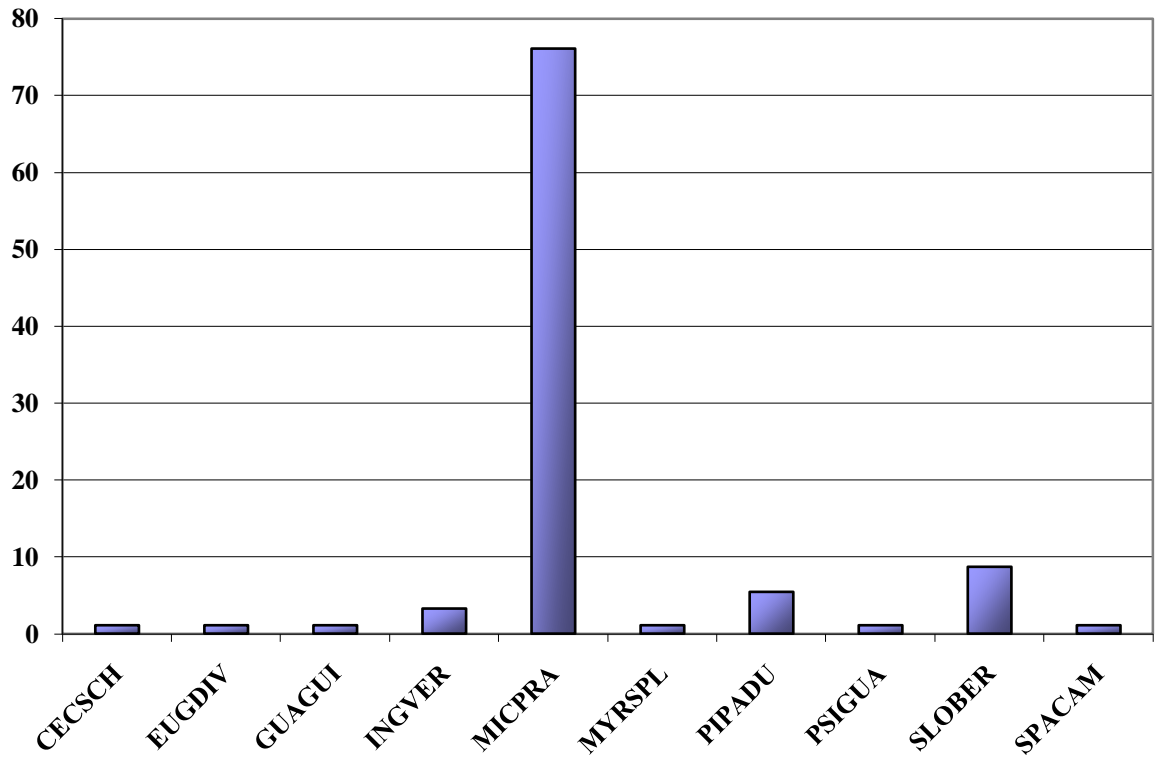


Figura 20. Densidad relativa de árboles por especie expresada en por ciento para la Parcela B (bosque residual juvenil).

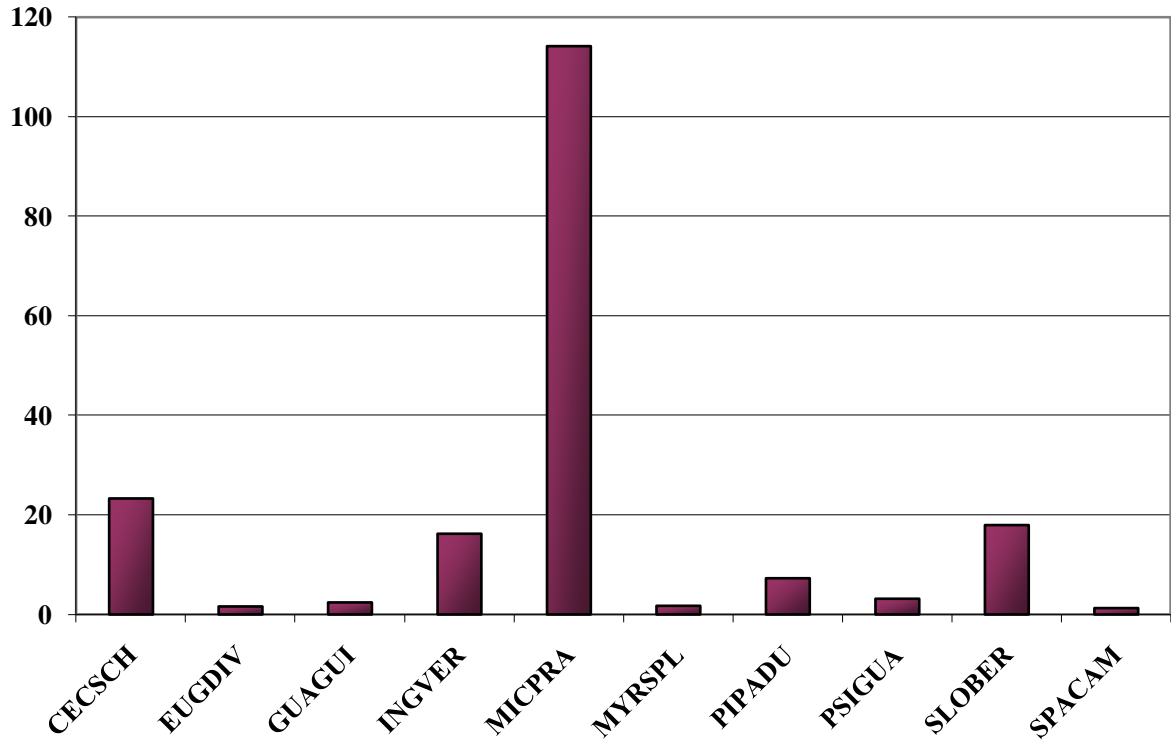


Figura 21. Valor de Importancia (VI) por especie expresada en por ciento para la Parcela B (bosque residual juvenil).

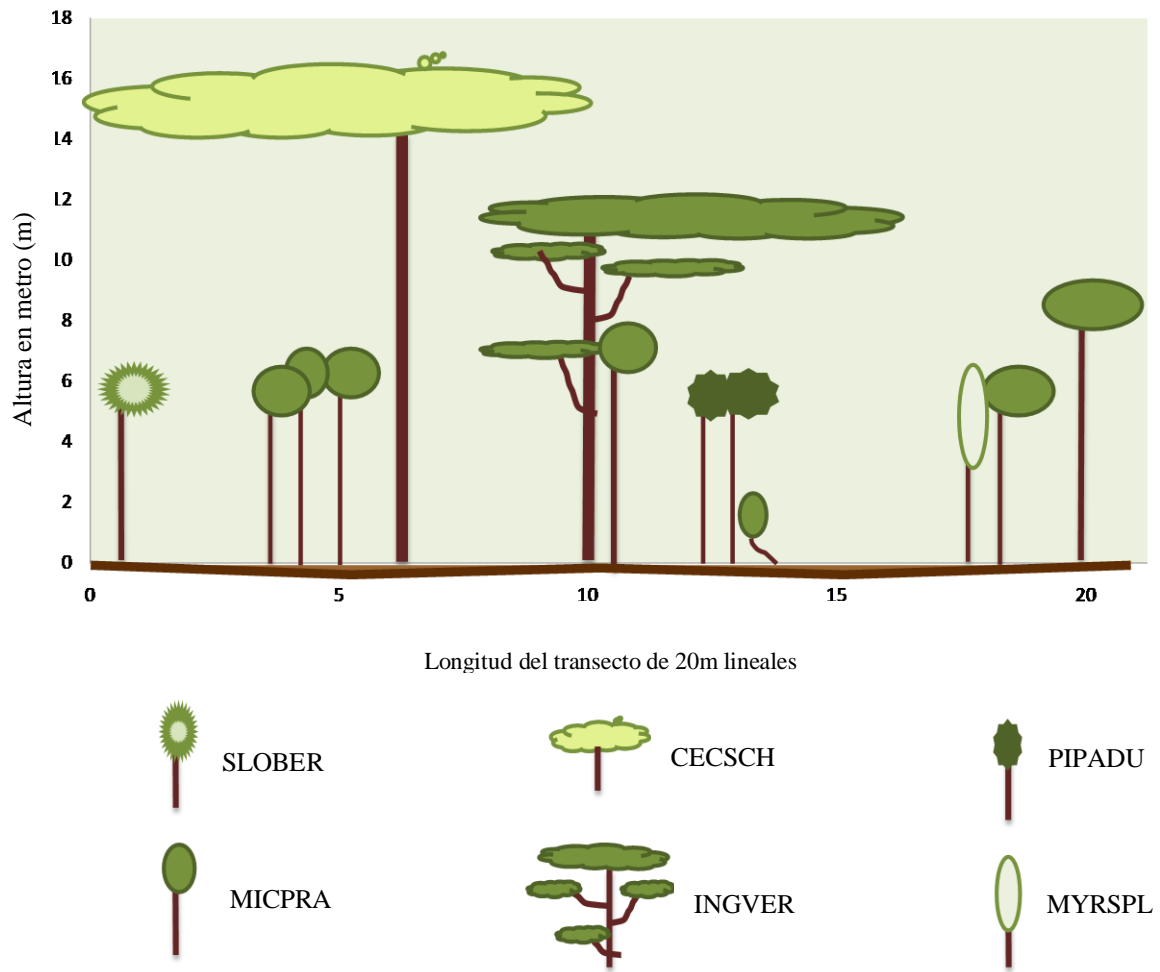


Figura 22. Perfil de altura en la Parcela B (bosque residual juvenil)

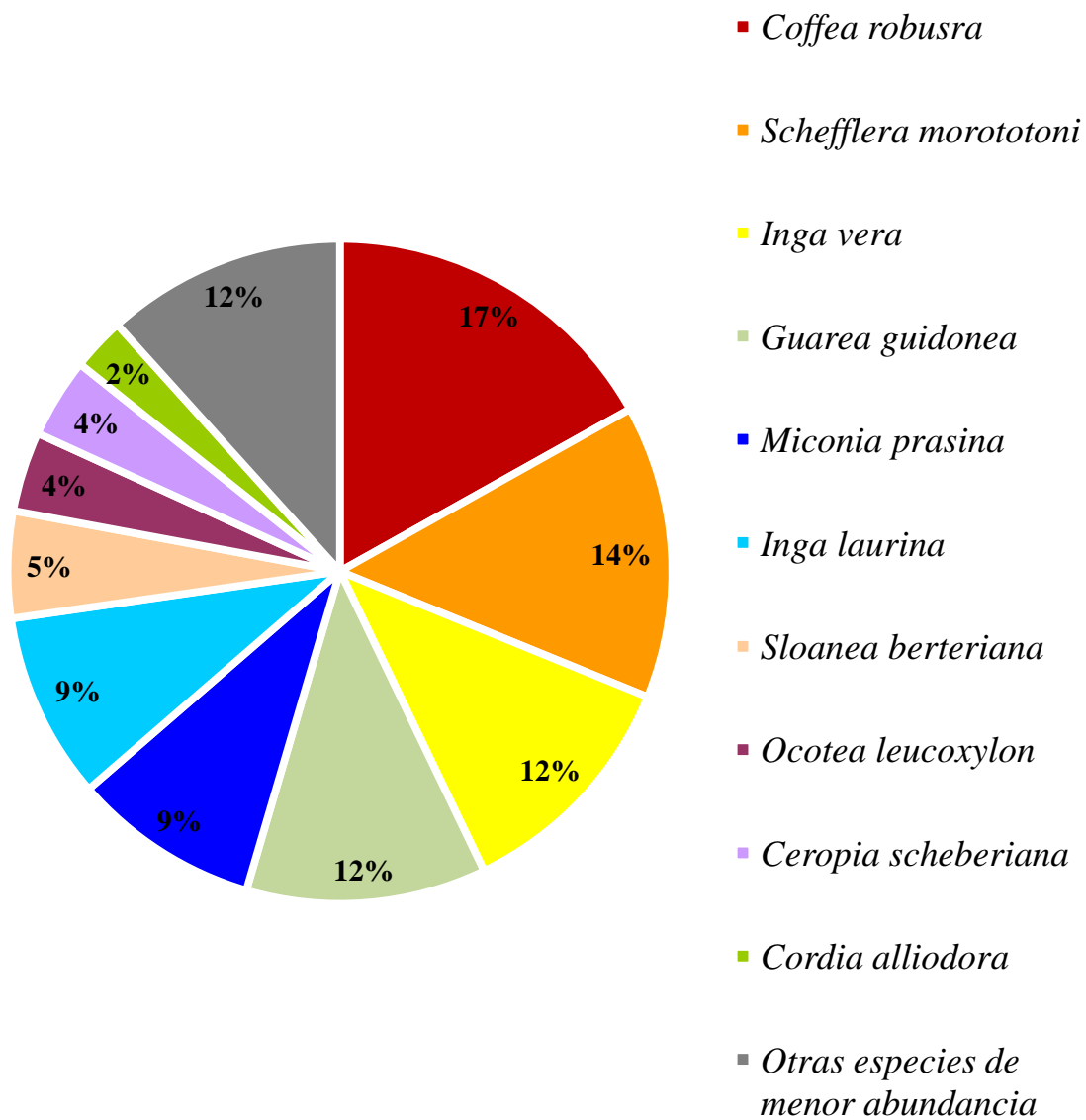


Figura 23. Abundancia de especies en la Parcela C (bosque residual maduro)

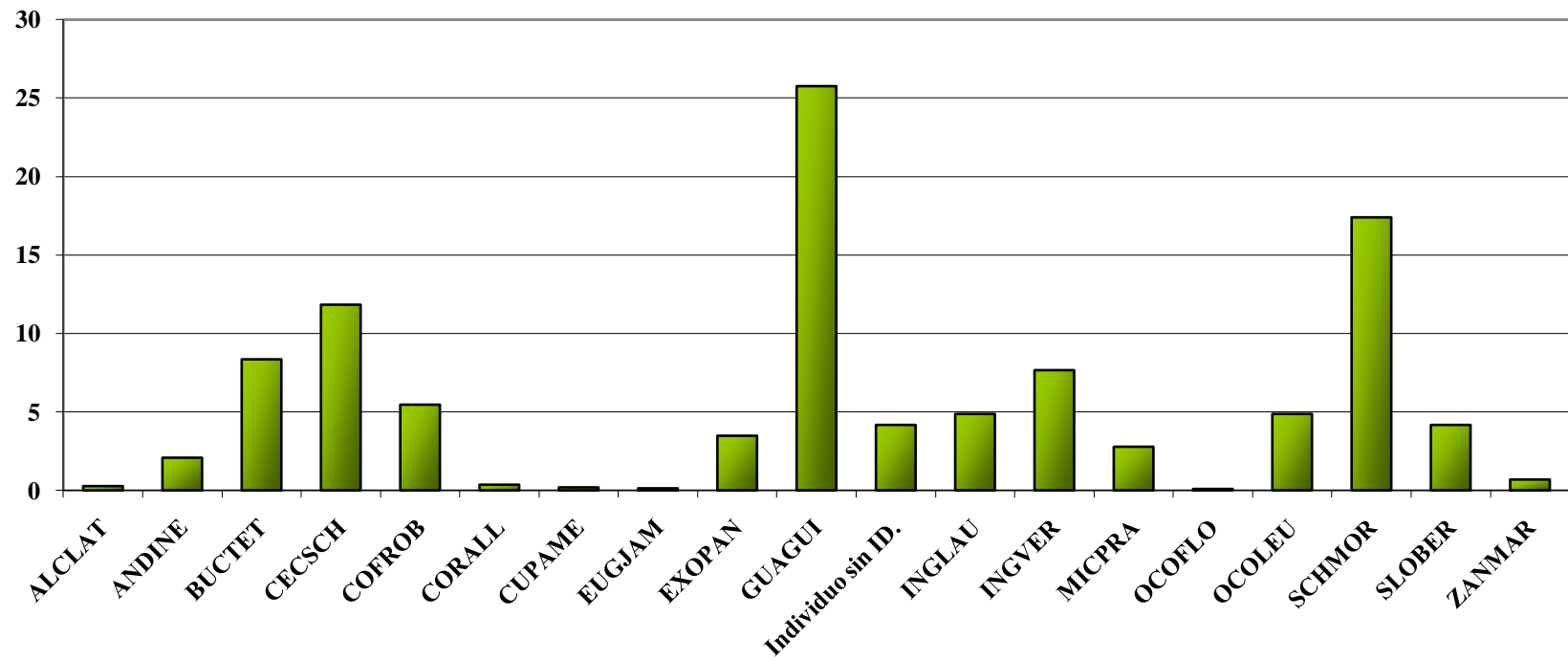


Figura 24. Área basal relativa por especie expresada en por ciento para la Parcela C (bosque residual maduro)

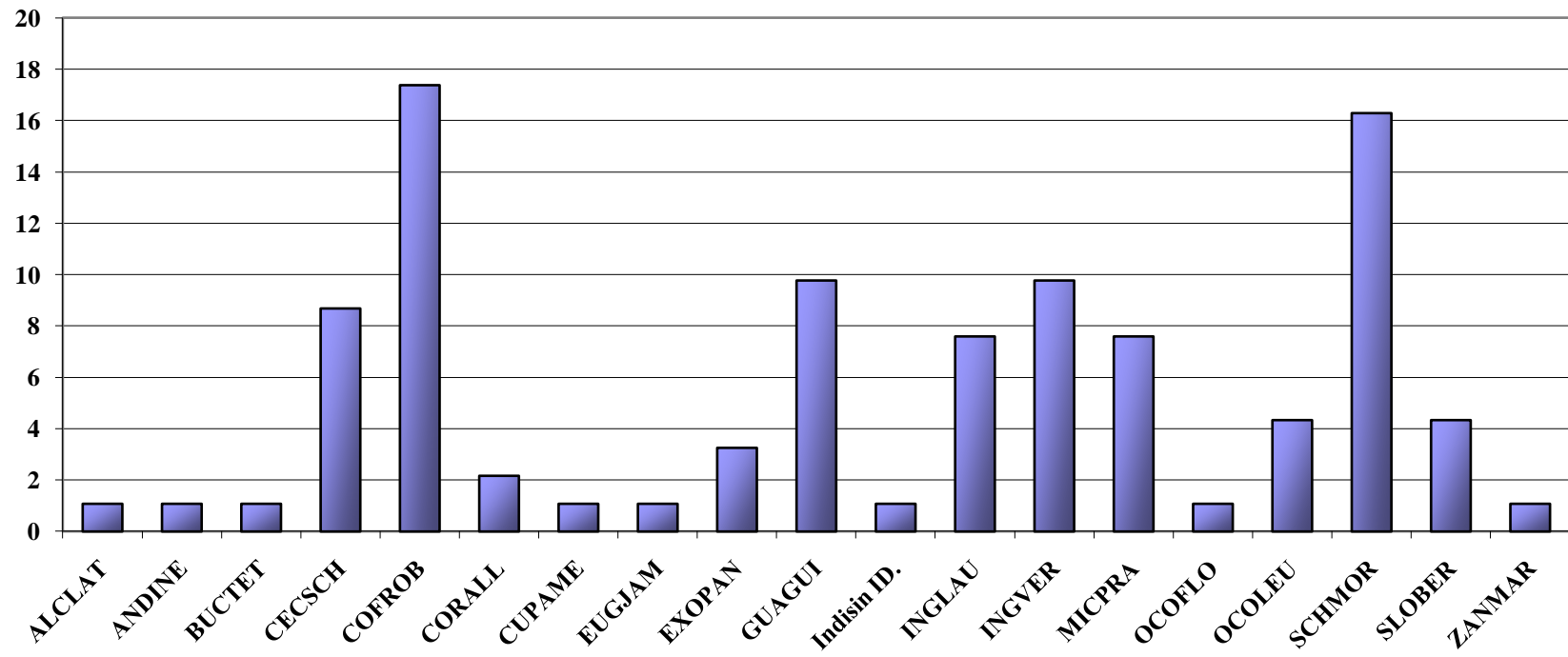


Figura 25. Densidad relativa de árboles por especie expresada en porcentaje para la Parcela C (bosque residual maduro)

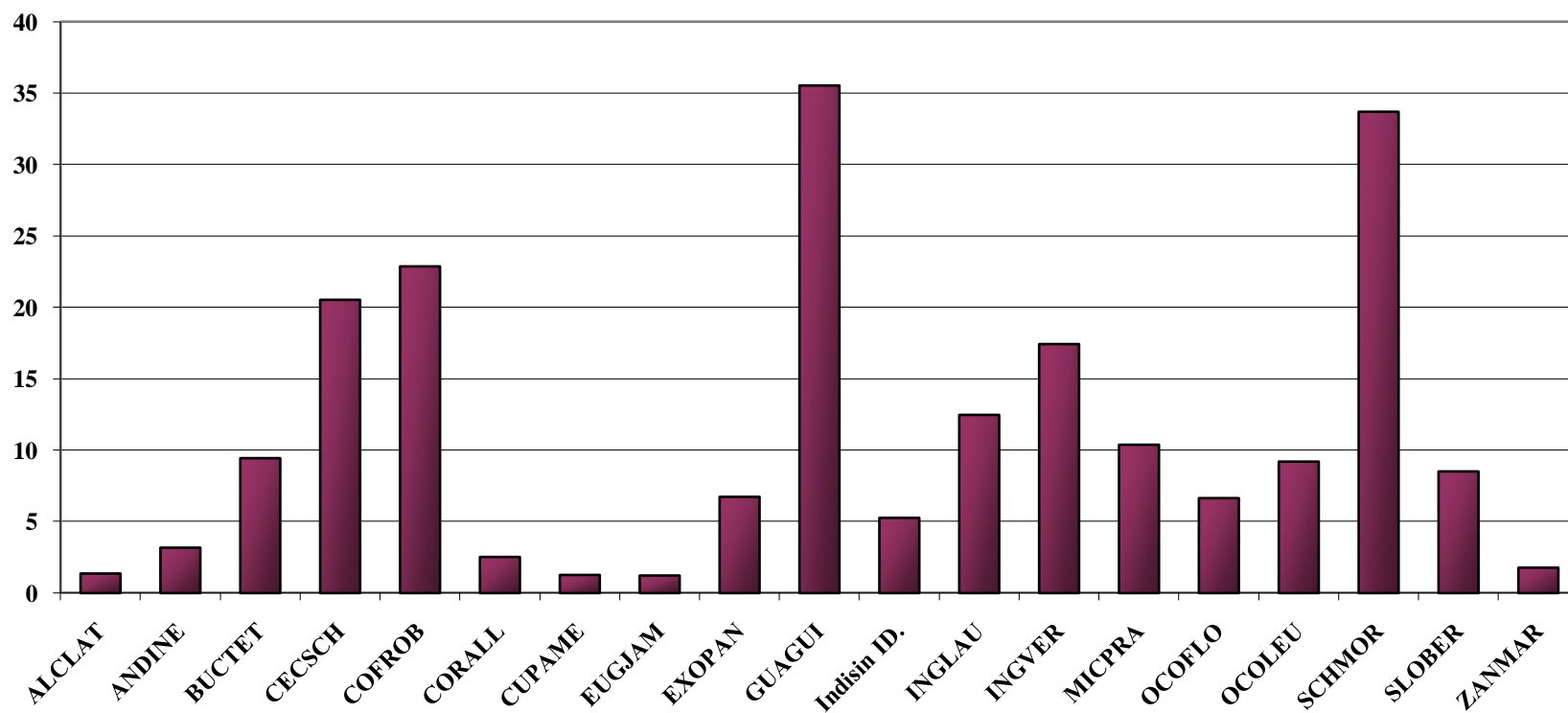


Figura 26. Valor de Importancia (VI) por especie expresada en porcentaje para la Parcela C (bosque residual maduro)

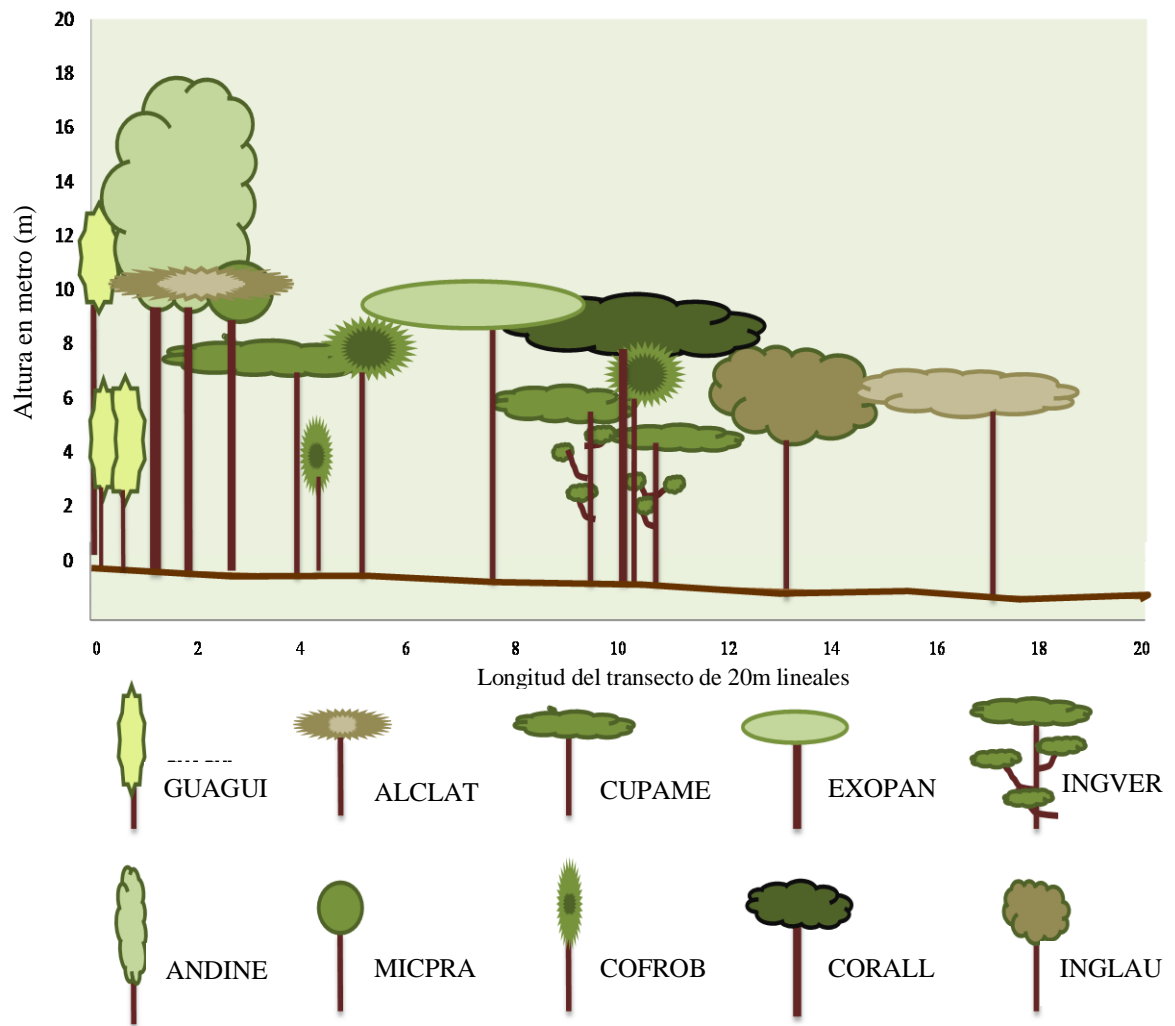


Figura 27. Perfil de altura en la Parcela C (bosque residual maduro)

APÉNDICE I

Registro fotográfico de las parcelas de estudio en el Eco-Parque del Tanamá



Foto mostrando vegetación leñosa presente en la Parcela A



Foto mostrando vegetación del sotobosque en la Parcela A



Foto mostrando vegetación leñosa presente en la Parcela B



Foto mostrando vegetación leñosa del sotobosque en la Parcela B



Fotos mostrando vegetación leñosa presente en la Parcela C



Fotos mostrando vegetación leñosa en el sotobosque en la Parcela C

APENDICE II

Hojas de campo de las parcelas de estudio en el Eco-Parque del Tanamá

