



**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO**  
**“HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA”**

**FACULTAD FORESTAL Y AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO FORESTAL**  
**CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES**

**ACCIONES SILVÍCOLAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL BOSQUE  
PLUVISILVA DE BAJA ALTITUD SOBRE COMPLEJO METAMÓRFICO DEL  
SECTOR QUIBIJÁN-NARANJAL DEL TOA**

**Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en  
CIENCIAS FORESTALES**

**Autor**

**Ing. José Sánchez Fonseca**

**Pinar del Río, 2015**



**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO**  
**“HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA”**

**FACULTAD FORESTAL Y AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO FORESTAL**  
**CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES**

**ACCIONES SILVÍCOLAS PARA LA REHABILITACIÓN DEL BOSQUE  
PLUVISILVA DE BAJA ALTITUD SOBRE COMPLEJO METAMÓRFICO DEL  
SECTOR QUIBIJÁN-NARANJAL DEL TOA**

**Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en  
CIENCIAS FORESTALES**

**Autor**

**Ing. José Sánchez Fonseca**

**Tutor**

**Prof. Tit. Dr. C. Eduardo González Izquierdo**

**Pinar del Río, 2015**

## SÍNTESIS

Con el objetivo de establecer las acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa se llevó a cabo la caracterización estructural de los bosques que se localizan cercanos a las márgenes derecha e izquierda del río Toa. Para la investigación se establecieron aguas abajo 36 parcelas de muestreo de 20 x 25 m (0,05 hectárea), se midieron las especies arbóreas  $\geq$  a 5 cm de  $d_{1,3}$ . Se identificaron y evaluaron un total 1507 individuos representados en 52 especies, pertenecientes a 49 géneros y 24 familias. Ambos bosques fueron comparados estadísticamente en cuanto a su riqueza, composición, estructura, diversidad y abundancia, comprobándose una alta diversidad alfa y beta. La altitud, pendiente, distancia a la carretera, pH y contenido de fósforo son las variables que más influyeron en la estructura de este tipo de bosque. Se determinaron las especies con mayor índice de valor de importancia ecológica. Las familias con mayor representatividad en cuanto a las especies y géneros son: *Fabaceae*, *Moraceae*, *Lauraceae* y *Meliaceae*. Las especies más importantes *H. elatus*, *C. utile*, *C. guianensis*, *B. capitata*, y *G. guara*, entre otras, las cuales se destacan como las más abundantes. La mayoría de los individuos (60 %) se registraron en las clases diamétricas de la 10 a la 34 cm para ambos bosques. La ocupación económica dio adecuada en pocas parcelas e incompleta en la mayoría de las unidades de muestreo. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se proponen acciones silvícolas tendientes a una gestión forestal sostenible a través de la aplicación de cortas de mejora y el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados para la rehabilitación y el logro del bosque multietáneo esperado.

## **Agradecimientos**

La realización de la tesis ha sido posible gracias al apoyo, esfuerzo y dedicación de varias personas, sin las cuales no hubiera sido posible su culminación. A ellos mis más sinceros reconocimientos y gratitud, por la posibilidad de cumplir la aspiración de hacerme Doctor en Ciencias Forestales.

Aunque no es posible mencionarlos a todos, los recuerdo con respeto y admiración y están en mi corazón.

En primer lugar quiero dar muchas gracias a mi familia, en especial a mis hijos y esposa por soportar mis ausencias durante el procesamiento, análisis y redacción de la tesis.

A mi tutor: Dr. Eduardo González Izquierdo por el apoyo incondicional y los conocimientos brindados.

### **A los Doctores: Gretel Geada López y Pedro Álvarez Olivera.**

A los Doctores: José A. Machuca, Milagros Cobas, José Luis Rodríguez Sosa, Héctor Barrero, Jorge Ferro, Rogelio Sotolongo, Jorge Luís Trabanco, Luis Wilfredo Martínez, José A. Jaula, Marta Bonilla, por sus sugerencias, y apoyo incondicional en cada momento necesitado.

A los Drs. C. ecuatorianos Zhofre Aguirre Mendoza y Cristóbal Gonzalo Cantos por su ayuda en las aclaraciones, gran apoyo, y sugerencias brindadas.

Al claustro de profesores de la carrera de ingeniería forestal de la Universidad de Pinar del Río, por el apoyo brindado, especialmente a las Dras. Iluminada Milián y Greyci Rodríguez. A mis compañeros y amigos que han estado pendiente a la evolución de este trabajo. A los alumnos de la carrera de ingeniería forestal de la FAM, que participaron en el inventario florístico, especialmente a Ismael Alcolea, Magdiel Viquillón, Eidel Macarro.

Al especialista Wilian Guerra Pérez de la Empresa de Proyectos Hidráulicos por el trabajo prestado en la toma de informaciones.

A los Ing. Jaime Méndez, Ángel Denis La O, Francisco Duran Manual

A mis grandes hermanos y amigos Enoide Suárez Tamayo, Wilfredo Preval Ramos y Alberto Pérez por ser incondicional para conmigo.

A los campesinos y familias del Sector Quibiján-Naranjal del Toa.

A todas aquellas personas que de una forma u otra influyeron en la elaboración de esta Tesis.

**A todos muchas gracias.**

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres que me han dado el cariño y amor necesario para poder vivir.

A mis hijos y esposa que son fuentes fundamentales en mi vida y planes futuros.

Al comandante Ernesto Che Guevara.

Una dedicación muy especial a la obra de la Revolución y “A la Generación del Centenario”: Almeida, Camilo, Abel, Melva, Celia, Raúl, Vilma, y al resto de los compañeros.

**A Fidel Castro Ruz y la Revolución Cubana.**

## ÍNDICE

Contenido	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	5
1.1. Breve introducción sobre la restauración de bosques	5
1.2. Generalidades sobre la pluvisilva	11
1.2.1. Pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico	12
1.3. Análisis florísticos y estructurales del bosque	14
1.4. Tratamiento de los bosques descuidados o muy antropizados	21
1.4.1. Cortas de mejora	22
1.4.2. Enriquecimiento	23
1.4.2.1. Enriquecimiento individual	25
1.4.2.2. Enriquecimiento líneas y en corredores	26
1.4.2.3. Enriquecimiento por grupos	27
1.5. Plantaciones en grupos densos espaciados	28
1.5.1. Número de árboles en la unidad de plantación	30
1.5.2. Composición de la unidad de plantación	30
1.5.3. Separación de los pies dentro de las unidades de plantación	31
1.5.4. Separación entre las unidades de plantación	32
1.5.5. Ventajas y desventajas del método	32
1.5.6. Probables desventajas	33
<b>CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS</b>	35
2.1. Ubicación del área de estudio	35
2.2. Características del área	36
2.2.1. Clima	36
2.2.2. Tipos de suelos	37
2.3. Inventario florístico	37
2.4. Variables dependientes y variables de disturbio	38
2.5. Influencia de las variables ambientales asociadas con la distribución y abundancia de especies	39
2.6. Diversidad de especies	40
2.7. Parámetros estructurales	42
2.7.1. Estructura horizontal	42
2.7.2. Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)	43
2.7.3. Estructura vertical	43
2.8. Índice de similaridad	44
2.9. Pasos o elementos fundamentales para la elaboración de un proyecto de rehabilitación	45
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	46
3.1. Validación del muestreo	46
3.2. Caracterización florística	47
3.3. Análisis florístico del bosque	54
3.4. Medidas de similitud florística	57
3.5. Estructura horizontal y vertical	59
3.5.1. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie	59
3.5.2. Estratificación vertical del bosque	61

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
3.5.3. Posición sociológica de las especies presentes en los estratos del bosque	63
3.6. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas	64
3.7. Regeneración natural y dinámica del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico	67
3.8. Influencia de las variables ambientales en la estructura del bosque	70
3.9. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa	78
3.9.1. Paso 1. Definición del ecosistema de referencia	80
3.9.2. Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad	81
3.9.3. Paso 3. Definición de las escalas a niveles de organización	81
3.9.4. Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbios	82
3.9.5. Paso 5. Lograr la participación comunitaria	82
3.9.6. Paso 6. Evaluación del potencial de regeneración	83
3.9.7. Paso 7. Barreras a la rehabilitación	84
3.9.8. Paso 8. Selección de las especies adecuadas para la rehabilitación	85
3.9.9. Paso 9. Propagación y manejo de las especies	86
3.9.10. Paso 10. Selección de los sitios	88
3.9.11. Paso 11. Estrategia para superar las barreras a la rehabilitación	89
3.9.11.1. Separación de los pies dentro de las unidades de plantación	92
3.9.11.2. Separación entre las unidades de plantación	92
3.9.11.3. Combinación de unidades en grupos densos espaciados	93
3.9.11.4. ¿Cómo implementar el método de grupos densos espaciados?	94
3.9.11.5. Atenciones culturales a las plantaciones	97
3.9.12. Paso 12. Monitoreo del proceso de rehabilitación	98
3.9.13. Paso 13. Consolidación del proceso de rehabilitación	98
<b>CONCLUSIONES</b>	100
<b>RECOMENDACIONES</b>	101
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

En el mundo, de forma general, siempre se ha visto el bosque como productor de madera en sus distintas formas, en algunos países se le concede además un rol importante en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad (Corrales y Morejón, 2007).

La protección y conservación de recursos naturales, como los suelos, las aguas, las zonas costeras, los recursos de la biodiversidad, y el equilibrio y mejoramiento del medio ambiente en general, son también funciones insustituibles de los ecosistemas forestales (Herrero, 2003).

La multiplicación de los bosques mediante la restauración puede proveer una mayor estabilidad productiva y económica a diferencia de las plantaciones monoespecíficas, frecuentemente basadas en el uso de especies exóticas. La restauración de rodales con alta diversidad puede ofrecer un potencial de beneficios a la conservación de la biodiversidad local, incluso si los fragmentos iniciales son pequeños (Sayer *et al.* 2004).

El estudio del comportamiento de las comunidades vegetales aporta infinidad de datos, que permiten conocer, entre otros elementos, cómo será la recuperación y desarrollo de los ecosistemas, el comportamiento fenológico de las especies que forman estos sistemas y su estrategia en el proceso de regeneración (Hernández, 2010).

En la cuenca hidrográfica del río Toa, pobladores de la zona, en especial productores, persisten en la realización de prácticas violatorias de la Ley Forestal No. 85 (extracción de madera y leña para combustible, construcción de viviendas rústicas

y mueblería, tumba y quema ilícitas, que se agravan por su realización en sitios de pronunciada pendiente).

La magnitud de las violaciones en la cuenca, con el consiguiente desequilibrio medioambiental, es preocupante. Solo en el tramo entre Quibiján y Alto de Limbano, en plena Vía Mulata, se aprecian más de veinte espacios de lomas deforestadas, reflejo de tumbas y quemas viejas o nuevas.

En esta zona no hay experiencia desde el punto de vista metodológico y práctico en la restauración. Se han realizado plantaciones con *Casuarina equisetifolia* Forst, *Pinus cubensis* Griseb y de *Bambusa vulgaris* L. en algunos lugares de la cuenca, sin resultados evidentes.

Según Simeón (2003) aunque en las fajas forestales hidrorreguladoras de los ríos Toa y Quibiján, se aprecian en muchos tramos resultados positivos, hasta el momento los esfuerzos realizados solo van dirigidos a la reforestación con plantaciones monoespecíficas, con vista a la recuperación de áreas naturales degradadas. Por eso en relación con la biodiversidad, hay que señalar que en su estado natural persisten sectores aislados de vegetación, donde las condiciones favorables del territorio para la práctica agrícola han propiciado la transformación y desaparición de la cobertura vegetal autóctona.

Uno de los principales problemas causantes de la pérdida de la biodiversidad en la cuenca del Toa, son, como se enunció anteriormente, las prácticas violatorias de la Ley Forestal.

Entre las principales causas de la pérdida de diversidad biológica puede situarse el inadecuado manejo de ecosistemas frágiles, destrucción del hábitat natural de especies y las actividades de desarrollo económico, que no son fronteras agrícolas,

sino pequeñas pero nocivas prácticas de agricultura de supervivencia y algunas monoculturas forestales de la empresa que no tienen en cuenta mantener la biodiversidad.

Los argumentos expuestos permiten identificar el siguiente **problema** científico:  
¿Cómo rehabilitar el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa?

### **Objeto de estudio**

Estructura y composición del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **Hipótesis**

Si se caracteriza la estructura y composición florística, se determinan las relaciones entre las variables ambientales que podrían estar asociadas a la estructura del bosque, entonces se pueden proponer las acciones silvícolas con el empleo de los grupos densos espaciados, para rehabilitar el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **Objetivo General**

Proponer acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar la estructura y composición florística del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.
2. Determinar la relación entre variables ambientales que podrían estar asociadas a la estructura del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

3. Definir las acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **Novedad científica**

Se realiza una actualización de la lista florística y la ocupación económica por parcelas del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

La propuesta del método de enriquecimiento en grupos densos espaciados en el conjunto de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

### **Aporte Teórico**

La fundamentación silvícola del método de enriquecimiento por grupos densos espaciados para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa, a partir de la profundización bibliográfica de los referentes teóricos del tema de investigación y el nivel de detalle teóricamente explicativo para la aplicación del método de enriquecimiento.

### **Aporte práctico**

Se contará con un listado florístico de las especies del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

Las acciones silvícolas que se proponen en el método de enriquecimiento por grupos densos espaciados con especies forestales en el marco de la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Breve introducción sobre la restauración de bosques

Según Matos (2004) después de que en 1935 Adolfo Lepold llevó a cabo la restauración de 25 hectáreas de praderas en Wisconsin, se ha dicho y hecho mucho por la restauración de ecosistemas degradados en el mundo; sin embargo, continúa siendo una técnica de conservación naciente, que en muchos lugares aún se desconoce o no se aplica, pero que cada día gana más terreno en el ámbito de la conservación, no solo por su significado en la recuperación del patrimonio natural de una región, sino también por la recuperación de los bienes y servicios naturales que puede aportar a las comunidades locales, y a las posibilidades que brinda como fuente de trabajo, participación comunitaria y educación ambiental.

Se coincide en afirmar que en Cuba no hay mucha experiencia acumulada desde el punto de vista metodológico y práctico de la restauración, no obstante, Matos (2004) hace referencia acerca de la gran cantidad de terrenos reforestados en toda la isla con *Eucalyptus* sp, *P. cubensis*, *C. equisetifolia* u otras especies maderables, así como con *Rhizophora mangle* L en zonas costeras; Eupierre (2008) ha trabajado con la rehabilitación en la cuenca del río Caonao. Mitjans (2012) consigue la rehabilitación de los bosques de ribera en el río Cuyaguaje, empleando una estrategia participativa para su implementación; Pérez **et al.** (2012) han publicado varios trabajos sobre la restauración ecológica con más de 25 años de experiencia en algunos ecosistemas boscosos y arbustivos costeros de Ciego de Ávila, según mecanismos funcionales, así como Pérez **et al.** (2013) que lo hicieron en los ecosistemas boscosos arbustivos montañosos de Najasa, y Bruzón (2013) logra la

rehabilitación en áreas degradadas por la minería a cielo abierto en la región Nicaro-Mayarí.

De esta manera se evidencian grandes esfuerzos que van dirigidos en algunos casos a la rehabilitación y en otros a la restauración de los bosques o ecosistemas en distintos lugares del país, pero queda un largo camino por transitar en esta materia, pues la experiencia acumulada desde el punto de vista metodológico y práctico de la restauración no es lo suficientemente eficaz en su totalidad.

“La Rehabilitación” forestal es el proceso de recuperación de la capacidad de un bosque de proveer bienes y servicios sin que esto signifique, lograr que el bosque recupere su estado anterior al proceso de degradación (Vargas, 2008). Sin embargo se considera que la rehabilitación se puede emplear para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, como también lo señala la FAO (2010).

Según Matos (2004) rehabilitación es hacer coincidir que un ecosistema degradado vuelva a un estado no degradado aunque sea diferente al original. Aunque esta técnica admite la utilización de especies diferentes a las nativas, es restablecer un ecosistema que contenga la biodiversidad suficiente para continuar su maduración mediante procesos naturales. Por su parte González *et al.* (2008) consideran a la rehabilitación como una técnica de conservación o una acción más en el uso sustentable del suelo que debe conciliarse con las demandas sociales.

Se asume el criterio de Vargas y Mora (2007) al afirmar que cuando se elige un sitio para restaurar hay una gran variedad de factores tanto naturales como sociales que hacen que cada sitio sea único, y que cada uno necesite de una estrategia única para su rehabilitación, por lo que en estos sitios siempre hay una gran heterogeneidad ambiental y una historia de uso difícil de reconstruir.

Matos (2004) al introducir el concepto de restauración ecológica, lo define como un conjunto de acciones multidisciplinarias sobre los elementos naturales degradados de un ecosistema, mediante el uso de técnicas adecuadas de manejo, que permite guiar la sucesión ecológica hacia la recuperación de las características típicas o cercanas a estas de un ecosistema, hasta lograr que por sí solo pueda alcanzar su maduración o clímax.

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER, 2004) mantiene entre sus principios, que la rehabilitación comparte con la restauración un enfoque fundamental en los ecosistemas históricos o preexistentes como modelos o referencias, pero las dos actividades difieren en sus métodos y estrategias. Explica más adelante que la rehabilitación enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, mientras que las metas de la restauración también incluyen el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad.

Otro concepto que se maneja en la literatura especializada, es el de Restauración del Paisaje Forestal (RPF), en el cual, según Maginnis y Jackson (2005) ninguno de los componentes del método de RPF contiene nada que sea radicalmente nuevo y emplean como definición de trabajo que es un “proceso destinado a recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en zonas deforestadas o paisajes forestales degradados”. Esta definición comprende cuatro características clave de la RPF:

1. Restauración del Paisaje Forestal como un proceso que cubre tres principios implícitos fundamentales: el participativo, el de manejo adaptable que responde a



los cambios sociales, económicos y ambientales y el que requiere de un marco de aprendizaje y evaluación claro y coherente.

2. Restauración de la integridad ecológica como simple restablecimiento de uno o dos atributos de la funcionalidad forestal en la totalidad del paisaje, lo que tiende a ser injusto, ya que sólo satisface un número limitado de necesidades de los interesados, e insostenible, ya que es más difícil responder proactivamente a los cambios ambientales, sociales y económicos.
3. Mejoramiento del bienestar humano, principio según el cual no es posible canjear los objetivos conjuntos de una mejor integridad ecológica con un mayor bienestar humano, lo que se conoce como el “doble filtro” del método.
4. Aplicación en el ámbito del paisaje. No se aplica únicamente en gran escala, sino que las decisiones relativas a las áreas específicas se toman teniendo en cuenta el concepto más amplio del paisaje. Algunos de los mejores ejemplos de restauración a escala del paisaje se han llevado a cabo con una cantidad relativamente modesta de financiación.

En las últimas décadas se han destacado los estudios de restauración realizados por un equipo de la profesora norteamericana Dra. Karen Holl. Su investigación se centró en la comprensión de cómo los procesos locales y de paisaje afectan a la recuperación del ecosistema con la perturbación humana, así como el uso de esta información para la restauración de los ecosistemas dañados. A través de sus investigaciones ha estudiado la ecología de la restauración en una gama de ecosistemas, entre los que se destacan los bosques tropicales húmedos.

Acorde con Zahawi **et al.** (2013) al resumir las ideas de este equipo sobre las plantaciones o la nucleación, como una estrategia para facilitar la recuperación (recovery) del bosque tropical, ellos formulan lo siguiente:

a) La restauración forestal típicamente activa involucra la plantación de árboles en grandes áreas. La evaluación del reclutamiento de especies arbóreas naturales en parcelas de 50 x 50 m con más de 4 años en un estudio de restauración del bosque tropical montano al sur de Costa Rica.

b) El reclutamiento de especies arbóreas dispersadas por animales es superior al doble del activo ( $\mu = 0,45$  especies reclutadas  $m^{-2}$ ) comparada con la restauración pasiva.

c) La densidad de reclutamiento de las especies dispersadas por animales es proporcional al tamaño de las parcelas ( $0,80 \pm 0,66 m^{-2}$  en las más grandes y  $0,28 \pm 0,36 m^{-2}$  en las más pequeñas).

Estos autores señalaron que la densidad o riqueza de las especies reclutadas entre los sitios no influyó en la cobertura del bosque en los sitios estudiados, aunque este factor puede ser más importante con el tiempo. Esto hace pensar que los grupos densos espaciados son una estrategia de la restauración prometedora que puede acelerar la recuperación del bosque a un grado similar como la restauración al estilo de la plantación.

Al referirse al primer aspecto de esta estrategia, Anderson (1953) opinaba que estableciendo plantaciones homogéneas se puede favorecer el reclutamiento de especies que pueden influir en la sucesión. Zahawi **et al.** (2013) defienden el criterio de Anderson, que un acercamiento alternativo es plantar núcleos de árboles que

simulen la plantación de grupos densos espaciados como modelo de la sucesión que acelera la recuperación natural.

Al comentar la evaluación del reclutamiento de especies arbóreas naturales en parcelas con más de 4 años, estos autores establecieron dos estrategias de la restauración: una activa y otra pasiva en parcelas de 50 x 50 m. Los árboles fueron plantados en grupos densos en diferentes espaciamientos (4x4, 8x8, 12x12 m) dentro de los claros de enriquecimiento.

El reclutamiento de especies arbóreas dispersadas por animales es superior al doble del activo, opinan que la mayoría de las reclutadas (>90 %) representaron especies sucesionales tempranas y para la densidad de reclutamiento de las especies dispersadas por animales es proporcional al tamaño de las parcelas.

Los autores son del criterio que el reclutamiento de las plántulas fue mayor al interior de las parcelas con grupos densos espaciados que en la plantación normal y con mayor densidad de especies arbóreas como sucede normalmente en la sucesión forestal.

Referido a la influencia nula de la densidad o riqueza de las especies reclutadas entre los sitios en la cobertura del bosque circundante, estos autores señalan que como factor puede llegar a ser más importante con el tiempo. Son del criterio además, que los grupos densos espaciados como una estrategia de la restauración, puede ser más barata, ya que los practicantes deben considerar la metodología como una alternativa a la plantación a gran escala.

Para el logro de la rehabilitación es importante la conservación de la biodiversidad, y el control de la erosión los cuales son funciones principales del trabajo que se realiza

en los ecosistemas boscosos, de igual forma la flora y vegetación que se distribuye en un gradiente altitudinal en el mismo, amerita una atención principal pues son la base para la salvaguarda del patrimonio forestal e histórico en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

## **1.2. Generalidades sobre la pluvisilva**

Según Capote y Berazaín (1984) las pluvisilvas son bosques sin elementos caducifolios, aunque puede presentar emergentes deciduos (como pudiera ser *Cedrela odorata*), con abundancia de epífitas; se desarrolla en zonas de alto nivel de pluviosidad, con presencia de arbustos, herbáceas y trepadoras. Estos autores los clasifican en dos tipos: De llanura y montano. Los bosques de llanura, los definen como: bosque con tres estratos arbóreos de 28-35, 20-25 y 15-20 m respectivamente; el estrato arbustivo puede ser raro o faltar; presenta estrato herbáceo, lianas, epífitas y epífilas no muy abundantes. Se encuentra en una zona muy limitada entre 0-400 m.s.n.m. entre Moa y Toa.

Entre las especies que se destacan en esta formación se encuentran: *Bactris cubensis*, *Columnnea* spp. *Carapa guianensis*, *Cordia sulcata*, *Diospyros caribaea*, *Dipholis jubilla*, *Ficus* spp. *Heliconia caribaea*, *Manilkara albescens*, *Miconia elata*, *Micropolis polita*, *Ochroma lagopus*, *Ocotea floribunda*, *Oxandra laurifolia*, *Psychotria nutans*, *Terminalia aroldoi*, *Ziziphus rhodozylon*.

De acuerdo con Reyes (2012) las Pluvisilvas (Bosques Pluviales, Selvas pluviales, Bosques tropicales ombrófilos) se encuentran en las zonas de mayor pluviosidad del archipiélago cubano, entre cerca de 2 000 mm en la Sierra de Nipe y 3 600 mm en la cuenca del río Toa, así como en la parte alta de la Sierra Maestra. Se presentan

diversos tipos de acuerdo a las disimilitudes altitudinales, geológicas y/o edáficas del territorio.

Borhidi (1991) describe la pluvisilva como los bosques sin elementos caducifolios, aunque pueden presentar emergentes deciduos, con abundancia de epífitas. Se desarrollan en zonas de alto nivel de pluviosidad, con presencia de varios estratos arbóreos y arbustos, herbáceas, trepadoras y organismos epifílicos.

Otro estudioso de la vegetación cubana, Bisse (1988), considera las pluvisilvas verdaderas como la selva húmeda tropical, que se encuentran en Cuba solamente en los valles de los ríos que desembocan en la costa norte de la provincia de Oriente, entre Mayarí y Baracoa. Este tipo de vegetación es la más vigorosa del país, alcanza alturas hasta de 40 m y presenta tres capas arbóreas. Las pluvisilvas se encuentran en alturas de 200 a 400 m.s.n.m y se desarrollan en suelos montañosos rojos sobre roca ígnea silícea o básica.

#### **1.2.1. Pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico**

Según Reyes (2012) este tipo de bosque se encuentra hasta los 400 m.s.n.m. sobre rocas metamórficas (Santo Domingo, Sierra el Purial); los suelos son Ferralítico Rojo Lixiviados o Ferralíticos Amarillentos lixiviados sobre corteza de meteorización ferralítica, muy pobre y ácida y reciben más de 3000 mm de lluvia anualmente. Su mayor extensión se halla en la parte media del río Jaguaní encontrándose pequeños bosquetes en el río Mal Nombre, Boca de Jaguaní y Quibiján.

Generalmente tiene dos estratos arbóreos, el más alto de 25 a 35 m y el segundo entre 8 y 15 m. Cuando se observan tres estratos el mayor tiene entre 35 y 45 m. En el superior la especie predominante es *Carapa guianensis*, se presentan también *Guarea guidonia*, *Oxandra laurifolia*, *Spondias mombin*, *Zanthoxylum martinicense*,

*Alchornea latifolia*, entre otros, las tres primeras son las más abundantes. En el segundo estrato abundan *Prestoea acuminata* var. *montana*, *Calyptronoma plumeriana*, *Oxandra laurifolia*, entre otras. Los estratos arbustivo y herbáceo son muy ricos en helechos, principalmente *Cyathea aspera*, *Diplazium unilobum*, *Bolbitis* spec. div., entre otros (Reyes, 2012; Reyes y Acosta, 2005).

Al referirse a las formaciones vegetales que caracterizan la cuenca del río Toa, Reyes (1998) plantea que la cuenca incluye una gran diversidad de formaciones vegetales. Entre ellas la que ocupa mayor extensión en el territorio es el bosque pluvial, existiendo en diferentes altitudes, seguidos de los bosques siempre verdes. Presenta condiciones ecológicas particulares; la pluviosidad fluctúa entre algo más de 1 500 y 3 600 mm, posee un gran endemismo. Los factores limitantes de suelo que predominan en la cuenca son: la erosión, la pendiente, la profundidad efectiva y el bajo contenido de materia orgánica. Las características del relieve de esta cuenca, ubicada en la vertiente norte del macizo Sagua-Moa-Baracoa, determinan sus condiciones climáticas.

En estudios de biodiversidad realizados en dicha cuenca este autor refiere que la flora fanerógama de la cuenca es muy variada, se han hallado 110 familias, 449 géneros y 1067 especies y subespecies. Las familias más numerosas son las *Orquideaceae* (116 especies y subespecies), *Rubiaceae* (78), *Asteraceae* (73), *Euforbiaceae* (56), *Melastomataceae* (49), entre otras.

Los géneros más abundantes son *Psychotria* (20), *Rhynchospora* (19), *Tabebuia* (18), *Phyllanthus* (15), *Vernonia* (14), *Pilea* (12), *Eugenia* (11), *Dendrophthora* (11), *Coccoloba* (11), *Calypttranthes* (10), *Pleurothallis* (10) y *Lyonia* (9).

El endemismo es muy grande, pues alcanza el 43,1 %; las familias con mayor número de endémicos son: *Asteraceae* (46), *Rubiaceae* (41), *Euforbiaceae* (34), *Melastomataceae* (29), *Myrtaceae* (22) y *Bignoniaceae* (19). Las familias con mayor porcentaje de endémicos son: *Gesneriaceae* (100 %), *Ericaceae* (85,7 %), *Poligonaceae* (83,3 %), *Clusiaceae* (78,6 %), *Bignoniaceae* (76 %), *Cyrilaceae* (75 %).

Se encuentran entre las más amenazadas *Talauma minor* Urb., *Protium fragrans* Urb., *Protium cubense* Urb., *Manilkara albicans* Griseb., *Elaeodendron lippoldii* Bisse., *Pera ovulifolia* Urb., *Calycophyllum candidissimum* Vahl., *Carapa guianensis* Aubl., *Cedrela odorata* L., y *Swietenia mahagoni* L. En algunos sitios los helechos arborescentes son testigos de la acción del hombre (CITMA, 1998).

Según Simeón (2003) se identificaron en la cuenca del río Toa las problemáticas ambientales siguientes: Deterioro del saneamiento y las condiciones ambientales en asentamientos humanos, contaminación de las aguas interiores y marinas, deforestación y pérdida de diversidad biológica.

Uno de los principales problemas causantes de la deforestación es la extracción de madera y leña para combustible. En menor cuantía para la construcción de viviendas *rústicas y la mueblería*.

### **1.3. Análisis florísticos y estructurales del bosque**

A criterio de Noble y Dirzo (1997) los bosques están considerado como el mayor reservorio de especies, hábitat y diversidad genética, en donde las actividades humanas en estos tendrán un impacto significativo en las diversidades locales, regionales, global, en la salud y en el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Kimmins, 1997).

Kumar **et al.** (2002) plantearon que muchos bosques perturbados requieren intervención para mantener su biodiversidad, productividad y sostenibilidad. El estudio de la diversidad de especies y los patrones de distribución son importantes para evaluar la complejidad y los recursos de los mismos (Kumar **et al.**, 2006).

Phillips **et al.** (2003) plantearon que el inventario florístico es un prerrequisito necesario para la mayoría de las investigaciones en ecología de las comunidades tropicales, como es el caso de la modelación de patrones de diversidad de especies o de la distribución de las especies

Para Jayakumar **et al.** (2011) la evaluación de la diversidad florística se ha tratado a nivel local y regional para determinar el estatus presente y hacer que el manejo de estrategias para la conservación sea efectivo.

La mayoría de los estudios florísticos realizados se han focalizado en el inventario (Chittibabu y Parthasarathy, 2000; Sagar **et al.**, 2003; Padalia **et al.**, 2004; Appolinario **et al.**, 2005). A través de los análisis florísticos se han estudiado también, la intensidad de las perturbaciones sobre la regeneración (Kennard **et al.**, 2002; Denslow, 1995), la evaluación fenológica (Frankie **et al.**, 1974), la comparación de la diversidad de árboles (Pitman **et al.**, 2002), el monitoreo de especies (Sukumar **et al.**, 1992), la distribución de las especies y las relaciones individuales de las especies (Condit **et al.**, 1996).

Condit **et al.** (1996) plantearon que la determinación de la composición florística de los bosques como: familias, géneros, especies, ayuda a caracterizar las comunidades y generan información sobre la dinámica de los bosques naturales y su respuesta a diferentes regímenes de perturbación y que la mayoría de los estudios de composición florística se han basado en especies arbóreas por su



representatividad en términos de dominancia (biomasa, abundancia, cobertura) lo que determina por lo tanto, la estructura y funcionamiento del bosque.

Timilsina *et al.* (2007) refieren que los estudios ecológicos destacan que la estructura, composición y función son atributos importantes de los ecosistemas boscosos y cambian en respuesta al clima, topografía, suelos y grado de disturbio. Estos factores, de conjunto con el proceso sucesional de la vegetación, son responsables de la variación en los atributos del bosque a nivel local y de paisaje, al producir heterogeneidad espacial.

Por otra parte Guariguata y Kattan (2002) plantean que la vegetación sobre un paisaje determinado está influida por tres factores: estructura geológica, gradientes ambientales y regímenes de perturbación natural. Mientras que Acosta *et al.* (2006) fundamentan que todo análisis estructural permite un estudio detallado de las comunidades vegetales y debe comprender los estudios sobre la estructura horizontal (densidad, frecuencia y dominancia).

A sí mismo Barkman (1979), citado por Cortés (2003), identificó la estructura de la vegetación como un patrón espacial de distribución de las plantas ya que a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal.

El ordenamiento vertical consiste en la identificación de los estratos que presenta el grupo vegetal con la utilización del parámetro altura, en conjunto con la cobertura, permite un análisis complementario de la dominancia energética según la disposición vertical y el ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, abundancia, el diámetro y la cobertura, entre otros (Rangel y Velázquez, 1997).

El estudio de la estratificación vertical durante mucho tiempo fue muy relevante por la alta diversidad de especies de diferentes tamaños y el gran número de individuos en el dosel medio, superior y emergente. De acuerdo a sus objetivos Jayakumar *et al.* (2011) definieron la estructura vertical como la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación a sus alturas, cuya descripción implica el reconocimiento de estratos en los que se agrupan árboles de tamaños similares.

Por otro lado la estructura horizontal entendida como la distribución espacial de las diferentes poblaciones e individuos está relacionada con los factores del medio ambiente. A gran escala puede estar influida por la altitud o por la latitud; en tanto, a pequeña escala la topografía local y la disponibilidad del agua parecen ser los principales agentes.

Para la UNESCO (1980) la estructura de un bosque puede definirse como cualquier situación estable o evaluativa, no anárquica; de una población o comunidad en la cual aunque mínima, pueda detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático, una ley estadística de distribución, una clasificación o un parámetro característico.

Según Danserau (1957) la estructura de la vegetación es la organización en el espacio de los individuos que forman un rodal, y por extensión, un tipo de vegetación o asociación de plantas. Los elementos primarios de esta estructura son la forma de crecimiento, la estratificación y la cobertura. Para Wadsworth (2000) la estructura define el grado de uniformidad del bosque y la intensidad de las cortas en el futuro, por lo que tiene importancia ecológica y silvicultural.

Todo análisis estructural permite un estudio detallado de las comunidades vegetales. Este análisis debe comprender los estudios sobre la estructura horizontal, que

incluye Densidad, frecuencia y dominancia (Kellmann, 1975). Además se debe considerar la estructura vertical (posición sociológica) y la regeneración natural (Finol, 1971). Asimismo, la estructura horizontal y vertical debe incluir estudios sobre la estructura paramétrica (Hosokawa, 1982).

Para Lamprecht (1962, 1964) la estructura de un bosque natural refleja en muchos aspectos su historia y los parámetros analizados difieren en función del objetivo del estudio. Existe una gran diversidad de opiniones sobre lo que debería contemplar cualquier análisis estructural, aunque en general deberían cumplir los siguientes requisitos: Que sea capaz de ofrecer un cuadro representativo de la estructura del tipo de masa estudiada, que sea aplicable a cualquier tipo de masa forestal, que los resultados sean objetivos, sin las influencias subjetivas del investigador y, en lo posible, que se expresen numéricamente. Que los resultados del análisis del mismo o de distintos tipos de bosques, sean directamente comparables.

Según Lamprecht (1990) la estructura horizontal se determina por los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de cada especie. Asimismo conceptualiza la abundancia absoluta como el número de individuos de una especie que aparecen en una unidad muestral, lo cual indica el comportamiento del liderazgo de la población en una comunidad.

Finol (1971) y Lamprecht (1990), definen la abundancia relativa como el porcentaje de individuos de una especie respecto al total de individuos que se encuentran en la muestra, es decir, la relación porcentual con respecto al número total de árboles levantados. Asimismo definen la frecuencia absoluta como el número de parcelas de muestreo de tamaño adecuado, en las cuales se encuentra una especie, como

expresión porcentual definida por la razón entre el número de parcelas en las que una especie aparece y el número total de parcelas establecidas.

Para Finol (1971) la frecuencia relativa, se conceptualiza como el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie con relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies encontradas en la muestra y se calcula basándose en la suma total de la frecuencia absoluta. Para este mismo autor la dominancia absoluta se representa por la sumatoria de áreas basales de los individuos de una especie, expresada en  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  y la dominancia relativa, como el porcentaje de la dominancia absoluta de una especie con relación a la suma de las dominancias absolutas de todas las especies presentes.

Finol (1971) y Beck *et al.* (1993), plantean que se conoce como estructura vertical del bosque a su estratificación; las características a medir para evaluar la estructura de un bosque tropical son las siguientes, dosel abierto o cerrado, espaciamiento uniforme o regular de los árboles, descripción de la estratificación, agrupaciones locales de individuos de una misma especie observada en uno de los estratos. A menudo el uso más común del término “estratificación” es para indicar que las copas de los árboles alcanzan diferentes alturas en el perfil vertical del bosque y tiene que incluir el análisis de la posición sociológica de los árboles.

También se calcula el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE), para cada especie, a partir de la suma de los parámetros de la estructura horizontal. Mediante este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructura, sitio y dinámica.

Cantos (2014) determinó la estructura horizontal y vertical, así como el índice de valor de importancia ecológica para bosques secos (Monte espinoso tropical, Monte espinoso premontano) en Ecuador mediante el cálculo de los valores absolutos y relativos de cada especie. Para conocer la estructura vertical del bosque este autor definió tres estratos (sotobosque, dosel intermedio y dosel superior), solo que lo realizó siguiendo los criterios de Godinez y López (2002), según los cuales, cuando la altura de los árboles es menor o igual a 10 metros, el estrato se considera sotobosque; cuando la altura se encuentra entre 10 y 20 metros, el estrato definido recibe el nombre de dosel intermedio. Si la altura rebasa los 20 metros se está en presencia de un dosel superior.

Jimenez (2012) determinó también la estructura en bosques semidecíduos de la Reserva Ecológica Manejada (REM) Sierra del Rosario, a través de los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de cada especie; así como las distribuciones de abundancia de árboles por clases diamétricas. La regeneración natural la evaluó siguiendo la metodología propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Orozco y Brumer (2002). Tuvo en cuenta además, los criterios de UNESCO (1980) para comparar realmente la composición y estructura del bosque tropical teniendo en cuenta la medición de todos los árboles hasta el diámetro más pequeño posible.

Para la determinación de la estructura y diversidad del bosque seco en Ecuador Aguirre (2013) siguió los mismos criterios abordados por los autores anteriormente citados, solo que para la caracterización de la estructura vertical consideró las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos.

Para el análisis de la distribución por clases diamétricas, realizó el censo de todos los individuos del bosque y sus grupos considerando intervalos de 5 cm.

Este autor evaluó la regeneración natural en parcelas de 10x10 m, anidadas en las parcelas de muestreo florístico, considerando las categorías planteadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Orozco y Brumer, 2002).

FAO (2005) ha considerado que la mejoría de los derechos de las poblaciones locales y de su acceso a los recursos forestales, es un requisito indispensable para el éxito de los programas forestales de base comunitaria, y que “la inversión del proceso de deforestación” se convierte en una meta importante en el marco del logro de los objetivos 1 y 7 de desarrollo del milenio.

Los países de América Central y el Caribe (incluyendo Cuba) presentan graves problemas de deforestación, en la mayoría de los casos, los problemas relativos al uso de la tierra y las prácticas forestales se han agudizado a causa del avance de la frontera agrícola-pecuaria, eliminando el bosque nativo y causando una fuerte erosión, pérdida de fertilidad de los suelos, y los cursos de agua, degradación de cuencas hidrográficas y avance del desierto (Martínez *et al.*, 2011).

#### **1.4. Tratamientos de los bosques descuidados o muy antropizados**

Según Álvarez y Varona (2006) el bosque natural es cualquier comunidad o biocenosis forestal que no ha sido establecida por el hombre, sino por las propias fuerzas remanentes de la naturaleza del bosque. Estos autores afirman que en estos bosques naturales se evidencia una fuerte presión antrópica, estableciéndose con el tiempo un bosque secundario con pocos individuos de valor económico, donde la estructura y composición florística ha sido afectada a pesar de estar sujetos a planes de manejo, es evidente la poca presencia de las principales

especies de valor. Independientemente el estado del bosque descuidado, el grado de la influencia antrópica sobre su composición y la existencia de madera en pie, la estructura de edades constituye un punto de partida para definir las tareas silviculturales.

Tomando en cuenta los criterios de estos autores, se pudiera señalar una vía para la rehabilitación de los bosques a través de la aplicación de cortas de mejora con enriquecimientos, en la cual propicie el cumplimiento del objetivo propuesto.

#### **1.4.1. Cortas de mejora**

Fors (1967) designa como cortas de mejora aquellas que se realizan en un monte pasado de su etapa de latizal con el fin de mejorar su estructura y composición, mediante la extracción de árboles dominantes de especies indeseables y mal formadas.

Según Samek (1974) las cortas de mejora se aplican en bosques que sean relativamente ricos en especies económicas, y determinar el mínimo de especies de valor comercial es bastante difícil. Este autor plantea que la característica principal de estas cortas de mejora es que se realizan al mismo tiempo y en el mismo rodal todos los tipos de intervenciones silviculturales, desde la limpia hasta las talas de rendimiento.

Álvarez y Varona (2006) coinciden en que las características que debe tener un bosque, al que se le debe aplicar cortas de mejora, es que tenga una composición de especies comerciales en cantidad tal que por las cortas se logre dinamizar el incremento y regular la producción sostenida.

De acuerdo con los autores después de la evaluación y delimitación de los rodales que se van a manejar por medio de esta corta, la planificación de las intervenciones

se realizará a través de ciclos de 3 a 10 años según la productividad de los sitios y del ritmo de crecimiento de las especies principales; además plantearon, que en aquellos sitios muy fértiles y con especies principales de buen crecimiento se repetirá cada 3 a 5 años, y en sitios muy pobres con especies de lento crecimiento, las intervenciones se espaciarán de 8 a 10 años. Y cuando el bosque sea mejorado con gran semejanza al bosque de selección, las intervenciones se espaciaran según los ciclos de aprovechamiento que fije la ordenación.

Estas intervenciones que se realizan a los bosques a través de cortas de mejora conducen al mejoramiento de la estructura, composición florística, el funcionamiento y calidad del arbolado.

#### **1.4.2. Enriquecimiento**

Álvarez y Varona (2006) consideran que el enriquecimiento es un tratamiento de gérmenes de propagación de forma consciente y planificada que se realiza en bosques secundarios con pocas especies de valor económico.

Según Betancourt (1987) el enriquecimiento se realiza en los bosques secundarios que presentan pocas especies de valor económico, donde se introducen progresivamente especies valiosas. Se coincide con estos autores en afirmar que los enriquecimientos están encaminados a la reconstrucción de los bosques secundarios con especies de valor económico y que además contribuyan a mejorar la estructura y composición florística del bosque.

Al referirse al tema del enriquecimiento de los bosques tropicales secundarios Álvarez y Varona (2006) expresan el criterio que los enriquecimientos solo se realizan en aquellos bosques naturales descuidados que pueden clasificarse por las categorías en cuanto a su estado. Aclara que por su estado los bosques



pueden ser de tres tipos, los que se relacionan a continuación:

1. Bosques con individuos de especies de valor económico suficientes para aplicarles tratamientos silviculturales, con el objetivo de mejorar la cantidad y calidad de la producción maderera.
2. Bosques secundarios con pocos individuos de las especies de valor económico insuficientes para construir con ellos un vuelo económico y
3. Bosques degradados carentes de individuos de las especies de valor económico, compuesto totalmente por especies secundarias y por matorrales y bejucos.

Profundizando en el tema, estos autores señalan que los bosques con especies de valor económico suficientes para aplicarles tratamientos silviculturales, son objeto de las cortas de mejora, sin embargo, en los bosques secundarios con pocos individuos de valor económico no bastan las cortas de mejora, pues el dominio que tienen las especies secundarias es tal que no se garantiza la aparición de la regeneración natural de las especies de valor, las que hay que introducir o propagar en forma de plantación parcial o siembra parcial.

Sin embargo, como acontece comúnmente en los bosques tropicales explotados, la población aprovechable de árboles de las especies de valor es escasa, por lo que será necesario comenzar por el método de las cortas de mejora. Todos estos métodos tienen en común el de procurar la regeneración continuada, para obtener rodales multietáneos equilibrados, donde cíclicamente se coseche el incremento periódico mediante la tala de árboles maduros, y las demás edades queden en pie (Álvarez, 2000).

Álvarez y Varona (2006) definieron que el enriquecimiento según sea la tolerancia de la planta a introducir se hará bajo dosel o al sol y aclaran que el enriquecimiento bajo dosel puede ser individual, en grupos pequeños o en líneas, mientras que el enriquecimiento al sol se lleva a cabo en grupos grandes, en líneas y en corredores. Conceptualmente Álvarez (2001) define los enriquecimientos intensivos como aquellos que se realizan a los rodales de ocupación incompleta, independientemente del carácter primario o secundario de la vegetación forestal a tratar. Por enriquecimiento intensivo se considera introducir entre 500 y 1000 plantas de vivero por hectárea, mediante una de las tres variantes siguientes:

- El enriquecimiento irregular o desordenado, a veces individual.
- El enriquecimiento en corredores
- El enriquecimiento en grupos.

#### **1.4.2.1. Enriquecimiento individual**

A criterio de Álvarez y Varona (2006) el enriquecimiento individual se realiza mediante siembra de semillas grandes o posturas de forma dispersa o irregular en el rodal, de manera que se introduzcan solamente algunas decenas de propágulos por hectárea.

El enriquecimiento individual del bosque según criterio de Betancourt (1987) se realiza mediante la plantación de arbolitos, o la siembra de semillas de especies valiosas, dejando algunos brinzales o latizales de poco valor, así quedan gran número de ventanas en el dosel y se remueve el suelo para facilitar la regeneración natural.

Samek (1974) coincide con estos autores en afirmar que los métodos de enriquecimiento individual consisten en establecer la regeneración artificial, bien

por plantío o por siembra directa.

#### **1.4.2.2. Enriquecimiento en líneas y corredores**

Teniendo en cuenta el enriquecimiento en líneas y corredores Álvarez y Varona (2006) plantean que se realiza mediante la construcción de hileras de hoyos de siembra o plantación a una distancia de 15–50 m una de otras, y en dependencia del número de individuos que se desea introducir por hectárea.

Estos autores refieren que si el enriquecimiento es en líneas bajo dosel, la preparación de las condiciones se limita a la chapea esmerada de 2 m de ancho, siguiendo las curvas de nivel en las pendientes, pero si el enriquecimiento es en líneas es al sol, para especies poco tolerantes hay que hacer trochas y en el mismo centro de estas se hacen una hilera de hoyos de plantación o siembra.

Sin embargo para Betancourt (1987) el enriquecimiento en líneas y corredores consiste en talar en el bosque fajas de mayor o menor anchura para repoblarlas de forma artificial con posturas o semillas de especies valiosas. Aclara también que el ancho de las fajas se realizará teniendo en cuenta la altura de la vegetación, las exigencias de la iluminación de las especies seleccionadas y el grado de maleza.

Samek (1974) plantea que en Cuba los primeros ensayos indican que este método puede aplicarse con éxito si se emplean procedimientos correctos y explica que el ancho de la línea o del corredor depende de la altura del arbolado. Este método puede ser empleado en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibijan-Naranjal del Toa por la característica que presenta este tipo de bosque al estar muy antropizado y susceptible a la erosión, pues una faja de especies nativas contribuiría a evitar la misma, con el empleo de cortas de mejora que preparan claros de enriquecimiento, que pueden ser pequeños con

ocupación adecuada o grandes con ocupación incompleta.

#### **1.4.2.3. Enriquecimiento por grupos**

Este tipo de enriquecimiento para Betancourt (1987), así como para Álvarez y Varona (2006) es uno de los métodos más eficaces para lograr la transformación de una masa forestal que presenta poca importancia económica a otra con especies valiosas.

Estos autores en sentido general son del criterio que para este tipo de enriquecimiento se eligen en el bosque los rodales poblados con árboles de escasos valor económico, donde se talan pequeñas superficies por ejemplo de 8 m x 8 m, o de 10 m x 10 m, donde la amplitud del área a talar debes estar en función de la altura de la vegetación del lugar y de la exigencia de la luz de las especies que se van a plantar. Si en estos rodales aparecen algunos árboles maduros de valor económico, se aprovechan dejando en pie algunos ejemplares portas granos, pero si estos son pequeños se dejan en pie y se conservan.

De acuerdo a los criterios de Álvarez y Varona (2006) el enriquecimiento puede ser en grupos pequeños bajo dosel y en grupos grandes al sol. En los grupos pequeños bajo dosel se cavan camas cuadradas o rectangulares de 2-5 m<sup>2</sup> para la siembra de varias semillas o plantando varias posturas distribuidas en la cama cuando lleguen las lluvias, y para el grupo grande al sol se realizan teniendo en cuenta las ventanas de una o varias proyecciones de copas de los árboles o aquellos que se talan por indeseables o por cortas sanitarias.

Como una modalidad dentro de este tipo de enriquecimiento en grupos se propone la aplicación del método de plantaciones en grupos densos espaciados para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metafórico del

sector Quibiján-Naranjal del Toa, teniendo en cuenta la combinación del mismo con los demás métodos en caso tal que las condiciones del relieve y la vegetación lo requiera.

### **1.5. Plantaciones en grupos densos espaciados**

Según Anderson (1953), la primera indicación sobre la posibilidad de ensayar algún sistema de plantación por medio de grupos nutridos, muy espaciados se expuso en 1928 esgrimiendo la teoría, según la cual, si se quería producir madera de primera calidad los árboles deberían plantarse lo más cercano posible entre sí.

Se han realizado varias pruebas experimentales de plantaciones en grupos densos espaciados para rehabilitar distintos tipos de bosques. Una de ellas, fue en vegetación diferente del bosque tropical (Cole *et al.*, 2010), tres en bosques tropicales (Holl *et al.*, 2011; Zahawi y Augspurger, 2006; Zahawi *et al.*, 2013), otra en el bosque mediterráneo (Rey Benayas *et al.*, 2008), y la última en el bosque caducifolio templado (Robinson y Handel, 2000). Los datos del informe de estas pruebas experimentales demostraron buenos resultados en un período de 2–13 años desde el establecimiento.

La formación artificial de nuevos bosques o la repoblación de otros anteriormente devastados constituye una de las tareas más importantes de la silvicultura moderna. Según Anderson (1953) la repoblación artificial se practica también corrientemente en bosques que durante mucho tiempo se han explotado y en los que la repoblación natural es insuficiente o imposible por alguna causa.

Plantea más adelante, que el proceso de regeneración natural tal como opera en el bosque natural, o como se orienta en aquellos sistemas silvícolas que aprovechan la capacidad de las masas forestales para reproducirse por semillas, determina casi

siempre una estructura de la masa en la que los árboles están muy lejos de hallarse distribuidos uniformemente sobre el terreno, por lo que no sólo es normal que el rodal joven esté integrado por ejemplares de edades ligeramente distintas y sin que éstos aparezcan distribuidos muy irregularmente. Así pueden encontrarse densos grupos compuestos por numerosos ejemplares, alternando con árboles aislados y muchas zonas despejadas de extensión variable.

Holl (2012) explica que cualquier intento de imitar los métodos de reproducción natural por medio del espaciamiento uniforme con intervalos pequeños de pie a pie puede llevar al fracaso, toda vez que se ha aceptado que la reproducción natural no sigue tales métodos, sino que en las fases iniciales de la masa natural lo característico es la gran irregularidad de la distribución.

Esta autora explica más adelante que resulta más aconsejable modificar los métodos artificiales para asemejarlos más a los de la naturaleza, siendo éste el objeto principal del método de plantación en grupos espaciados, cuya base es el reconocimiento del hecho de que los árboles se desarrollan mejor en grupos densos, criterios estos que se asume como muy positivos y lógicos, ya que el método propuesto consiste en formar grupos densos con grandes espacios entre sí, es decir, alternando con árboles aislados y muchas zonas despejadas de extensión variable.

El método de grupos densos espaciados se basa en dos principios fundamentales, según el criterio de Anderson (1953):

1. La unidad de plantación debe constar de un grupo de árboles y no, como en el sistema ortodoxo, de un solo árbol o de una pequeña cantidad de semillas en el caso de las siembras.

2. Las unidades de plantación deberán estar espaciadas sobre el terreno de forma que entre cada unidad quede sin plantar una proporción considerable del mismo.

Dentro de este método caben cinco tipos de variaciones de procedimiento:

a) Variación del número de árboles que constituyen la unidad de plantación, b) variación de la composición de la unidad, c) variación de la relación de espaciamiento entre los árboles que componen la unidad, d) variación de la distancia entre unidades, y e) variación de la mezcla de unidades de plantación puras.

#### **1.5.1. Número de árboles en la unidad de plantación**

Sería económicamente desventajoso iniciar la aplicación del método de grupos densos espaciados plantando un mayor número de árboles por hectárea que con el método tradicional de plantación, conviene empezar entonces suponiendo que no se utilizarán más plantas por hectárea que con el método normal de plantación (Anderson, 1953).

Explica este autor que en la mayoría de los experimentos realizados hasta la fecha con este método, se ha utilizado la unidad de plantación de 13 árboles; pero existen ya indicios de que con determinadas especies y en ciertos terrenos, este número no es conveniente, por lo menos cuando el espaciamiento es uniforme dentro del grupo.

Para obtener las máximas ventajas del método, es necesario que cada unidad conste por lo menos de 21, 25 o más árboles, lo cual representará, naturalmente, unos gastos más elevados.

#### **1.5.2. Composición de la unidad de plantación**

Basado en los criterios de Anderson (1953), así como Holl *et al.* (2011) las unidades de plantación para los grupos densos espaciados pueden ser puras, o mixtas. Cuando se han de mezclar especies dentro de cada grupo, se pueden combinar de

varias maneras. Hasta ahora, la experiencia ha demostrado, sin embargo, que las mezclas de dos especies resultarán con el tiempo muy difíciles de tratar, por lo menos en las unidades de pocos árboles y en los casos donde la distancia entre los pies sea pequeña. Por eso aquí se planifican únicamente grupos o tríos puros espaciados.

Aclaran que la mezcla puede ser regular, de conformidad con alguna norma preestablecida, como ocurre generalmente cuando la unidad de plantación es un simple árbol, o puede ser irregular, a fin de que las dos especies estén distribuidas de modo que aprovechen mejor las irregularidades del terreno y las distintas condiciones del medio.

### **1.5.3. Separación de los árboles dentro de las unidades de plantación**

Es aconsejable, desde el punto de vista de la facilidad y economía de la plantación, que el espaciado de los árboles que constituyen cada grupo sea uniforme dentro del mismo. La separación máxima que sea posible entre los árboles de un grupo, se determinará tomando en cuenta un factor (Anderson, 1953):

- a) distancia entre los centros de las unidades de plantación.

Este autor comenta que la distancia más corta practicable dentro de cada grupo, es posiblemente la de 30 X 30 cm, aunque ordinariamente será mejor una longitud intermedia, como, por ejemplo, la de 50 X 50 ó 75 X 75 cm.

Aclara el autor que tratándose de especies de crecimiento rápido, las distancias interiores se pueden aumentar proporcionalmente al espaciado entre los centros de los grupos.



#### **1.5.4. Separación entre las unidades de plantación**

Al determinar la distancia entre las unidades de plantación es preciso tener en cuenta que el número de árboles a plantar por hectárea no exceda del número utilizado en las plantaciones normales con espaciamiento regular y el número de árboles adultos que se calculan por hectárea para cuando el rodal alcance la madurez. Si se estipula que se ha de emplear por hectárea el mismo número de árboles que con los actuales sistemas de plantación, entonces con un grupo que tenga un número determinado de árboles, 13, 21, 25, entre otros, la distancia entre los centros de los grupos dependerá directamente del número de árboles admitidos por hectárea (Anderson, 1953).

#### **1.5.5. Ventajas y desventajas del método**

Anderson (1953), Holl *et al.* (2011), y Holl (2014) en referencia a este tema expresan que el método de plantación en grupos densos y ampliamente espaciados se presta muy bien a la mezcla de una especie principal con otra protectora ofreciendo posibilidades de reducir los gastos de implantación. Precisan que esta reducción puede obtenerse mezclando pequeñas unidades de la especie protectora con unidades normales de la especie principal. Dichas pequeñas unidades pueden componerse de cinco, tres o incluso árboles aislados. Sin embargo, las plantas solas aisladas pueden fallar. El grupo de tres permite seleccionar el mejor brinzal a dejar en pie. Además, aquí se emplearán hasta cinco especies, no una sola.

Anderson (1953) aclara que otra ventaja del método en cuanto a las mezclas, es que los grupos de árboles protectores, de crecimiento más rápido, pueden eliminarse una vez que han cumplido su misión, pudiéndose sustituir por la especie principal o por

otras especies secundarias que actúen como conservadoras del suelo o sucesoras de aquellas. También señalan un grupo de ventajas comprobadas para este método:

- a) El tipo de estructura que se obtiene en la masa aumenta grandemente la libertad de movimiento y de acción dentro de la misma, de forma que la inspección, el cuidado, la extracción, el saneamiento y cultivo del suelo y todas las actividades posteriores a la plantación se facilitan considerablemente.
- b) El tipo de estructura que se obtiene en la masa tiene especial utilidad en las laderas inclinadas o muy empinadas, ya que, no solamente facilita la extracción en los primeros clareos, sin daño de los ejemplares mejores que permanecen, sino que también permite en el rodal adulto la supervivencia de una mayor proporción de árboles de copa simétrica.
- c) El tipo de estructura que se obtiene en la masa es más estable y más firme en los primeros años que el producido por el método normal de espaciamiento reducido o relativamente reducido, lo cual permite una mayor flexibilidad en el tratamiento, ya que permite la alteración o mejoramiento de la composición, tratándose como meta en estos trabajos la multietaneidad del bosque.
- d) De forma análoga, en las zonas cubiertas de matorral bajo, costoso de desmontar, se pueden obtener en ciertos puntos rodales satisfactorios limitando el desmonte a espacios poco distanciados, donde se implantarán las nuevas especies en grupos nutridos.

#### **1.5.6. Probables desventajas**

Entre las desventajas del método descrito por Anderson (1953) señala las siguientes:

- 1) Probablemente, en los primeros años existe un mayor riesgo de incendio en las plantaciones de este tipo, debido a la mayor cantidad de hierbas secas que hay,

durante algún tiempo, en los espacios intermedios no plantados. En este bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa no debe existir este riesgo, o al menos es mucho menos probable, por las altas precipitaciones que presenta el área, según Reyes (2012).

- 2) Dadas las condiciones locales de algunos lugares, existe el riesgo de que los árboles exteriores de las unidades se desarrollen con más vigor que los del centro, convirtiéndose en dominantes, por lo general, los árboles exteriores tendrán abundantes ramas que los árboles plantados a distancias normales, y producirán un rodal con madera de calidad inferior. Esto se resuelve con el relleno y con la selección del mejor en cada grupo.
- 3) Para obtener una madera lo suficientemente limpia, puede ser necesario plantar más árboles por hectárea que con el método usual, empleando, además, mayores espaciamientos.

Se coincide con estos autores que los enriquecimientos son métodos que se aplican en aquellos bosques secundarios con el objetivo de su transformación en un bosque con individuos de poco valor a otro con individuos de gran valor y que además con una buena aplicación de estos métodos de enriquecimiento en grupos densos espaciados o la combinación con otros métodos se puede lograr la rehabilitación del bosque. Como se verá en resultados, en el área estudiada hay sitios con población primaria o climácica, no secundaria y otros sitios que si son poblaciones secundarias porque fueron cicales y cacaotales.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Toa, en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral Baracoa, en un bosque con categoría protector de agua y suelos, según la Ley 85 (Ley Forestal). La divisoria de sus aguas se ubica en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, al norte de la provincia de Guantánamo y noroeste del *Parque Nacional Alejandro de Humboldt*.

La investigación se realizó en 60 ha del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, perteneciente al sector Quibiján-Naranjal del Toa, provincia Guantánamo, entre enero de 2009 a mayo de 2014 (Figura 1).

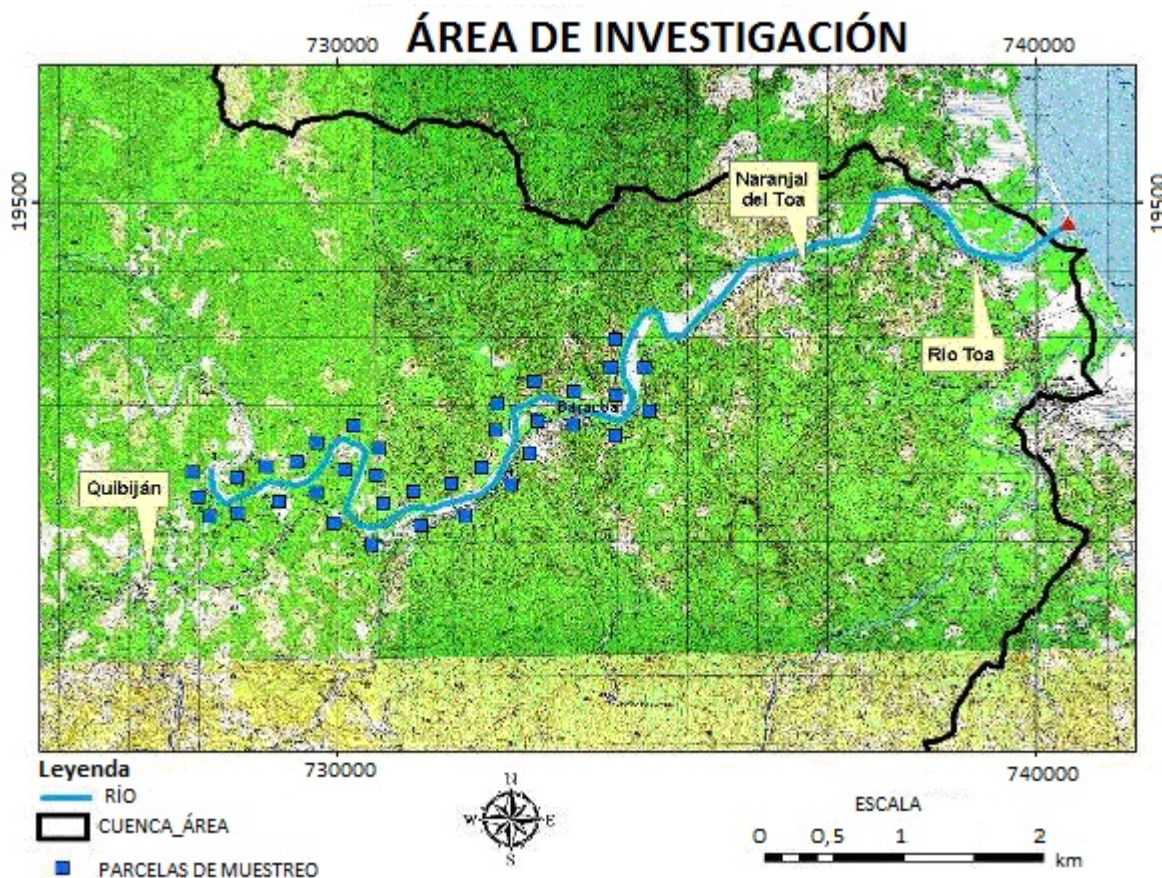


Figura 1. Área de investigación

## 2.2. Características del área

### 2.2.1. Clima

El clima según Reyes y Acosta (2005) se clasifica como Tropical lluvioso típico. Según los datos de la estación de Quibiján en los años comprendidos desde el año 2000 al 2014 el clima se comportó como se observa en la Figura 2.

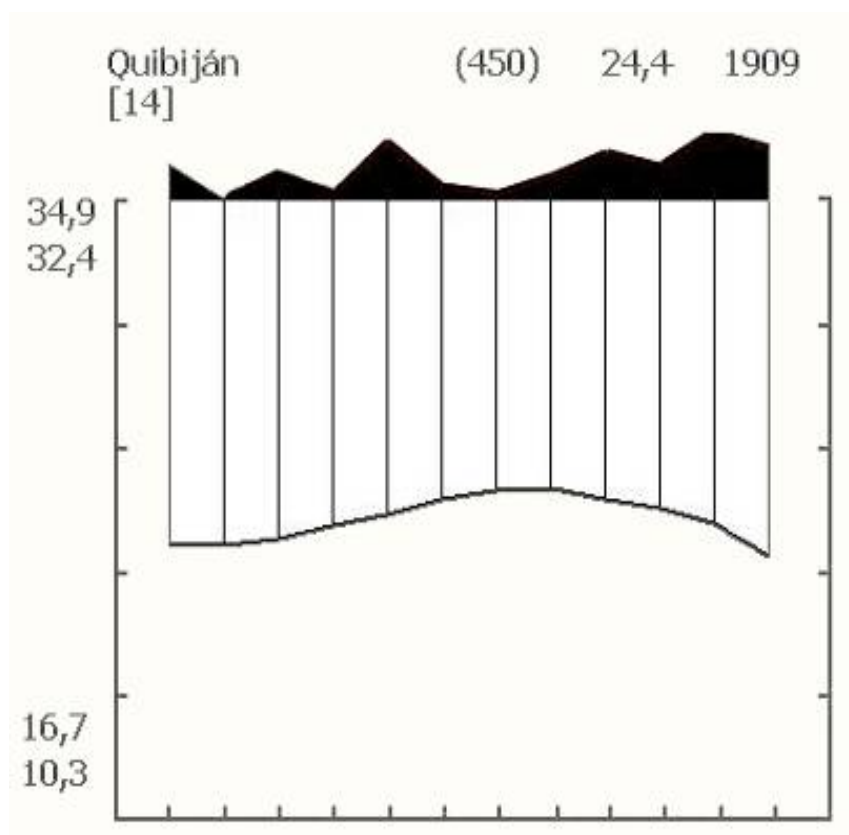


Figura 2. Climograma de la estación de Quibiján en la cuenca hidrográfica del río Toa.

Fuente: Datos de la estación meteorológica de Quibiján desde el año 2000 al 2014.

El sector Quibiján-Naranjal del Toa limita con el Parque Nacional Alejandro de Humboldt que según Reyes y Acosta (2005) es la parte más nublada de Cuba y en especial de nubes estratificadas. Es por esto que el número de días con lluvia en el año es muy elevado, presentando un promedio que oscila entre 180 y 240 días al año.

### 2.2.2. Tipo de suelos

Según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba de Hernández *et al.* (2003). Los suelos predominantes son: Ferralíticos Rojo Lixiviados o Ferralíticos Amarillentos Lixiviados sobre corteza de meteorización ferralítica, muy pobres y ácidos. Son profundos (93 cm), fuertemente erosionados y de mediana humificación (4 % de materia orgánica). Se caracterizan por presentar una textura loam arcillosa y una estructura granular. La consistencia del mismo es friable, es ligeramente plástico y ligeramente adhesivo.

### 2.3. Inventario florístico

Para la ubicación de las unidades de muestreo se midieron 170 m a partir del nivel de las aguas normales del río Toa hasta el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico objeto de estudio, se muestrearon aguas abajo 36 parcelas de 0,05 ha (500 m<sup>2</sup>) en el bosque cercano a ambas márgenes del río situadas a una distancia estimada entre parcelas de 400 m, 18 para cada vegetación localizadas próximo al margen derecho e izquierdo, empleándose un diseño sistemático estratificado.

Las parcelas fueron georeferenciadas con GPS (FR 20), luego procesadas con el software Leica Geo Office, Versión 4.0 (Figura 1). Los detalles de las coordenadas de la ubicación de las parcelas pueden verse en la Tabla 1(en Anexos).

Se registraron los individuos con más de 2 m de altura y mayores o iguales a 5 cm de d<sub>1,3 m</sub>. de acuerdo con los criterios de muestreo utilizados por Camacho (2000); Grela (2003); Rondon *et al.*, (2002a); Rodríguez (2010); Dutra (2011) y Aguirre (2013).

Para la validación del muestreo se utilizó la curva de riqueza de área/especies (curva del colector), donde se relacionaron el número acumulado de nuevas especies por parcela. Para esto se utilizó el software PC-ORD, Versión 4.17 (McCune y Mefford, 1999; Galvão *et al.*, 2002).

Para los individuos no identificados en campo, se tomó muestra botánica para su posterior identificación y comparación con muestras del herbario. Asimismo los nombres comunes fueron proporcionados por los guías locales, el Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos (Roig, 1965), y Árboles de Cuba (Bisse, 1988).

Otras variables medidas por parcelas

- Abundancia (número de individuos de la especie en la parcela)

## **2.4. Variables dependientes y variables de disturbio**

Para analizar los efectos de los disturbios sobre la estructura de la formación vegetal objeto de estudio, se consideraron variables de respuestas o dependientes:

- Riqueza de especies (número de especies presentes por unidad de muestreo).
- Dominancia (D) (valor del índice de Simpson).
- Área basal.
- Número de individuos total (por unidad de muestreo).

Como fuente de disturbio o variable independiente se consideró:

- Extracción de leña (verde y seca).
- Claros por efecto de agricultura estatal y de subsistencia.
- Afectación total por caminos y carreteras.
- Distancia en metros desde el centro de las parcelas a las actividades humanas: viviendas, caminos, río, carreteras, frontera agropecuaria, calveros.



Las variables independientes fueron consideradas de manera ordinal desde:

- 1 sin disturbio; 2 disturbio leve; 3 disturbio moderado y 4 disturbio alto.

La similitud o grado de asociación en la composición de especies arbóreas de las parcelas fue determinado por análisis de conglomerados jerárquico mediante la media de similitud de Bray - Curtis (Magurran, 1989; Jongman *et al.*, 1995) y el método de unión de los grupos fue el de Ward's.

## **2.5. Influencia de las variables ambientales asociadas con la distribución y abundancia de especies**

Para detectar las variables ambientales que podrían estar asociadas con la distribución y abundancia de especies por cada unidad de muestreo, se realizó un análisis de ordenamiento directo como el análisis de correspondencia canónica (ACC), con el empleo de programa CANOCO para Windows (Ter Braak y Smilauer, 1998).

Para este tipo de análisis las variables ambientales que se consideraron fueron contenido de materia orgánica (MO), de nitrógeno (N), de fósforo (P), de potasio (K), y reacción del suelo (pH), obtenidas de las 36 muestras de suelos colectadas en las parcelas de muestreos (una por parcela), medida directamente en el área de investigación, y analizadas en el laboratorio provincial de suelos en la ciudad de Guantánamo.

Se determinó en cada parcela a través de GPS (FR 20) la altitud (A) en m.s.n.m., las pendientes medidas con el Hipsómetro Blume-Leiss, distancia a la carretera, vivienda, cultivo agrícola.

Para describir las relaciones que existen entre las variables tenidas en cuenta anteriormente, se empleó el análisis de componentes principales (ACP), el cual es una técnica de ordenación de la información ampliamente utilizada en estudios ecológicos. Mediante combinaciones lineales de las variables originales, el ACP identifica y extrae factores ortogonales (independientes), latentes en el espacio multidimensional estudiado, que cabe considerar como descriptores más sencillos de los gradientes estructurales del hábitat.

Esta aproximación se puede orientar al estudio inicial de la variabilidad ambiental de las unidades de censo, y en este sentido cabe considerarla como una técnica de ordenación indirecta (Ter Braak y Prentice, 1988; Jongman *et al.*, 1995), que permite analizar y/o modelar posteriormente la respuesta biológica de interés ante los factores extraídos por el análisis. Para reducir la influencia de valores extremos en los resultados de la ordenación (Palmer, 2003) y antes de los correspondientes análisis de ordenación, las variables altitud, pendiente, distancia a la carretera, cultivos, viviendas, río fueron transformadas por  $x^2 = \ln(x + 1)$  y las demás como Log (x).

Paralelamente, la abundancia de las especies fueron transformadas logarítmicamente (Ter Braak y Smilauer, 1998).

Los porcentajes de abundancias de las especies se basaron en los datos de los inventarios de flora realizados.

## **2.6. Diversidad de especies**

### **Diversidad alfa ( $\alpha$ )**

La diversidad (alfa) de especies forestales por tipo de cobertura vegetal, fue estimada mediante la riqueza de especies. Descrita como el número de especies en

cada tratamiento, es considerada el indicador más importante de diversidad (Magurran, 1989), sobre todo en muestras con más de 3 000 individuos. Condit (1998) recomienda utilizar el índice alfa de Fisher (Guariguata y Kattan, 2002), debido a que este índice permite estimar la diversidad de especies controlando el tamaño de la muestra (número de individuos muestreados); pero no es recomendable su aplicación en muestras de menos de 500 individuos (Berry, 2002). La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles) existentes en una determinada área. Esta se determina por la fórmula siguiente:

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde: S = Número de especies

N= Número total de individuos

Para la comparación de la riqueza de especies entre ambos bosque, se emplearon curvas de rarefacción, estas técnicas están basadas en procedimientos de muestreo aleatorio, también conocidos como métodos de Monte Carlo, que se realiza sobre un conjunto de muestras que ya han sido tomadas en una comunidad.

El uso principal de curvas de rarefacción es la comparación de riqueza de especies entre muestras empíricas que difieren en el número total de individuos; para su confección, se empleó el software EcoSim, Versión 7,0 (Gotelli y Entsminger, 2001). Este tipo de análisis se considera altamente confiable y permite comparar las métricas de biodiversidad de manera muy adecuada.

Para el análisis de la diversidad por localidades o sitios se realizaron gráficos de abundancia relativa para las 20 especies más importantes desde el punto de vista

ecológico. Estos gráficos son también conocidos como gráficos de dominancia-diversidad, gráficos de rango-abundancia o “curva de Whitaker” (Feinsinger, 2003).

Las curvas se realizaron a escala logarítmica, por lo que cada valor de abundancia fue transformado a Ln de cada  $P_i$ , dado por la fórmula:

$$P_i = n_i / N$$

Dónde:

$n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$

$N$  es el número total de individuos

$P_i$  es la proporción de los individuos en una comunidad o una muestra que pertenece a la especie  $i$ .

Según Feinsinger (2003), por razones prácticas, o matemáticas y por ningún motivo se puede decidir usar logaritmos en base 10, en base 2, o en base  $e$  (logaritmos naturales).

Las especies de cada muestra están graficadas de mayor a menor abundancia (del  $P_i$  más alto al  $P_i$  más bajo) dentro de esa muestra. Se pueden incluir varias muestras por gráficas, con solo identificar los puntos se expone la posición de cada especie en cada línea, lo cual es tal vez la característica más útil de estas gráficas.

## 2.7. Parámetros estructurales

### 2.7.1. Estructura horizontal

Se determinaron los parámetros de la estructura horizontal a través del cálculo de: abundancia relativa ( $Ar$ ), frecuencia relativa ( $Fr$ ), y dominancia relativa ( $Dr$ ) de cada especie (Moreno, 2001), de acuerdo a la fórmula:

$$Ar = \frac{\text{No. individuos de una especie}}{\text{No. Total de individuos del total de especies}} \times 100$$

$$Dr = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal del total de especies}} \times 100$$

$$Fr = \frac{\text{No. de parcelas en la que ocurre una especie}}{\text{Total de ocurrencias en todas las parcelas}} \times 100$$

Así como las distribuciones de abundancia de árboles por clases diamétricas (establecidas teniendo en cuenta el diámetro, con intervalos de clases de 2 en 2 cm).

### 2.7.2. Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

Se evaluó el índice de valor de importancia ecológica de las especies (Keels *et al.*, 1997; Lamprecht, 1990), el cual fue obtenido mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, conforme a la fórmula:

$$IVIE = AR + DR + FR$$

Este índice revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, es mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Keels *et al.*, 1997).

### 2.7.3. Estructura vertical

Para la caracterización de la estructura vertical se describe tomando en consideración las especies arbóreas encontradas en los diferentes estratos del bosque de acuerdo a los criterios de Finol (1971); Mueller-Dombois y Ellenberg (1974); Kent y Coker (1994); Reyes (2012).

Los datos de altura de los árboles se agruparon en tres estratos:

- Estrato inferior: de 0 a 10 m
- Estrato medio: de 10,5 a 20, m de altura total
- Estrato superior: mayor o igual a 20,5 m de altura total

La regeneración natural (RN) se evaluó mediante un muestreo con diseño anidado de sub-parcelas de 5 mx5 m (25 m<sup>2</sup>), estableciéndose en cada una de las unidades de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron en el área de investigación, siguiendo la metodología propuesta por Aldana **et al.** (2006); designándolo como:

- Diseminado (Clase I) plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones.
- Brinzal bajo (Clase I)  $h \geq 1,5$  hasta el comienzo del cierre de las copas.
- Brinzal alto (Clase II)  $d(1,3) = 5$  cm.

## 2.8. Índice de similaridad

Para comprobar la similitud entre las unidades de muestreo de un bosque con respecto al otro se calculó el índice de similitud de Sorensen, utilizado por Lamprecht (1990); Wolda (1981); Moreno (2001); Aguirre y Kvist (2005), Aguirre (2013).

**Índice de similitud de Sorensen cualitativo** 
$$I_{ss} = \frac{2C}{a + b} \times 100$$

**Dónde:**

**a** = Número de especies por familia en el bosque cercano al margen derecho del río

**b** = Número de especies por familia en el bosque cercano al margen izquierdo del río

**c** = Número de especies en común entre ambos bosques (a y b).

## **Índice de similitud de Sorensen cuantitativo**

$$I_{sc} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

**Dónde:**

**aN**= Número total de individuos en el sitio A

**bN**= Número total de individuos en el sitio B

pN= Sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1989).

## **2.9. Pasos o elementos fundamentales para la elaboración de un proyecto de rehabilitación**

En la elaboración de la base para la rehabilitación del bosque se consideraron los criterios de Vargas (2008), que sugiere 13 pasos o elementos principales a considerar en la elaboración del plan (Figura 3 en Anexos).

En el diseño de las estrategias para superar las barreras a la rehabilitación (Paso11) se tuvo en cuenta la información recopilada en todo el período de trabajo que duró la investigación, con el propósito de conocer la situación socio ambiental de las comunidades con el apoyo de la Empresa Forestal Integral Baracoa, el Cuerpo de Guarda Bosques y los Delegados del Poder Popular de estas comunidades. También se tuvo en cuenta la escala de ocupación económica de los rodales con el empleo de la Regla de Schulz (1967) modificada por Samek (1974) y por Álvarez (2000) como se ve a continuación:

Número total de especímenes económicos por hectárea	Ocupación del rodal
> 2 500	Completa
Entre 750 y 2 500	Adecuada
De 100 a 750	Incompleta
< 100	Sin ocupación (degradado)

# ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS



## CAPÍTULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 3.1. Validación del muestreo

De acuerdo a la curva área-especies y la de distancias (Figura 3) indican que el muestreo con 36 parcelas es representativo de la diversidad florística en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico. De acuerdo a la tendencia de la curva de especies obtenida no debe incrementarse significativamente el número de especies con un muestreo mayor, por su parte la curva de tendencia se allana antes de alcanzar el valor de cero, característica que debe cumplirse para validar el esfuerzo de muestreo.

Número de especies observadas = 52,0

Número de especies estimadas por Jackknife de primer orden = 57,8

Número de especies con una ocurrencia = 6

Número de especies con dos ocurrencias = 6

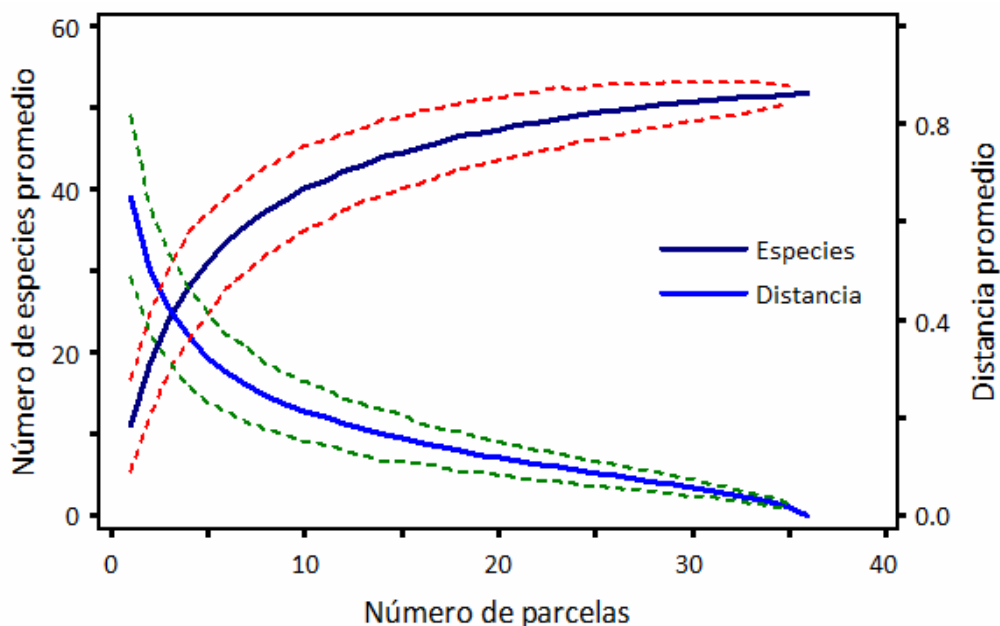


Figura 3. Curva área/especies para el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico.

### 3.2. Caracterización florística

#### Diversidad alfa

En el inventario florístico realizado al bosque localizado cerca del margen derecho del río se identificaron un total de 48 especies, 24 familias, 45 géneros y 709 individuos, mientras que en el bosque cercano al margen izquierdo, se identificaron 43 especies, 21 familias, 39 géneros y 798 individuos. Destacando la presencia de especies que se encuentran incluidas en la lista roja de la flora vascular cubana (Berazaín *et al.*, 2005) como: *Duranta arida* Britt., *Tabebuia dubia* Britt, *Chrysophyllum oliviforme* L., entre otras.

De forma general se muestrearon en todo el área de estudio un total de 52 especies, 24 familias, 49 géneros y 1507 individuos, destacando la presencia de especies con alto valor económico, las cuales han sido antropizadas en algún momento del desarrollo de sus comunidades. Es de notar que pocos géneros son los que contribuyen a la riqueza de especies. Esto se corresponde a lo reportado por Osorio (2013).

Una de las características particulares que presentan los bosques tropicales es el gran número de especies, las cuales se encuentran representadas por pocos individuos con patrones complejos de tipos espacial (Lamprecht, 1990).

Esta investigación registra datos similares a lo reportado por Osorio (2013) en estudios florísticos del bosque pluvisilva submontano en el sector Cupeyal del Norte, sin embargo Reyes (1998) reportó más especies para la cuenca hidrográfica del río Toa.

Estos resultados son concordantes con registros del bosque húmedo montano de baja altitud en Bolivia (Bussmann, 2003); en bosques Ombrófilos Mixtos en los

Estados del Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur, por Rondon *et al.* (2002a); Kozera *et al.* (2006).

Las familias mejor representadas con relación a la riqueza de especies se muestran en la Figura 4, las cuales determinan la diversidad existente en el área de investigación.

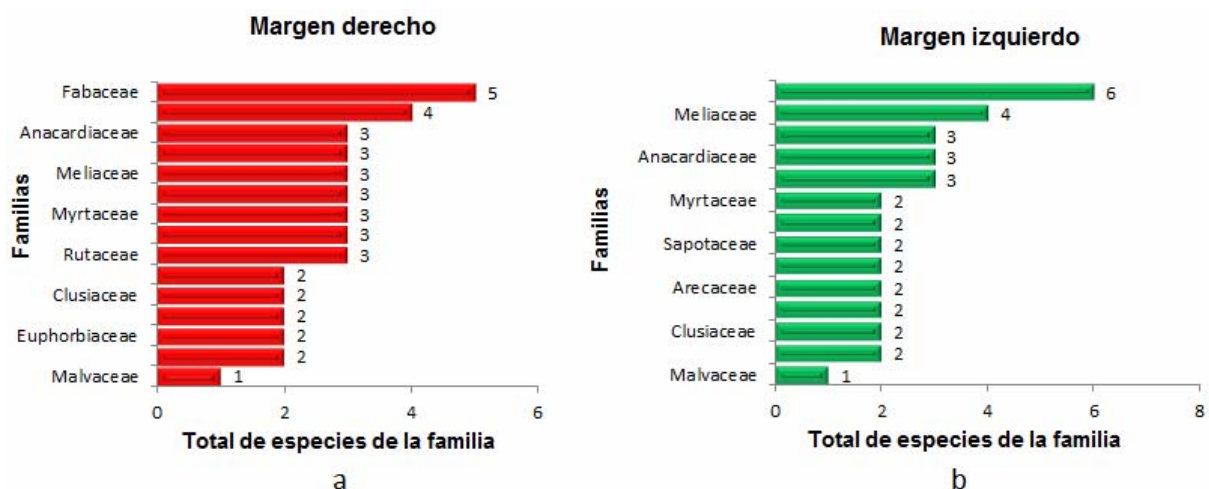


Figura 4. Familias con mayor riqueza de especies de plantas arbóreas.

El bosque ubicado próximo al margen derecho del río (Figura 4a), las familias mejor representadas fueron: *Fabaceae* con cinco taxones (10 %), *Lauraceae* con cuatro taxones (8 %), *Meliaceae*, *Rutaceae*, *Anacardiaceae*, *Myrtaceae*, *Arecaceae*, y *Moraceae* con tres taxones respectivamente (6 %) en contraste, las familias menos representadas fueron: *Araliaceae*, *Clusiaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Sapotaceae* con dos taxones (4 %) y *Malvaceae* con un taxón (2 %).

En el bosque cerca al margen izquierdo del mismo río (Figura 4b), se encuentran con mayor representación la familia *Moraceae* con seis taxones (13 %), *Meliaceae* con cuatro taxones (9 %), *Lauraceae*, *Anacardiaceae*, y *Fabaceae* con tres respectivamente (6 %). Las familias menos representadas fueron: *Myrtaceae*, *Rutaceae*, *Sapotaceae*, *Euphorbiaceae*, *Arecaceae*, *Araliaceae*, *Clusiaceae*,

*Combretaceae* con dos taxones (4 %), mientras que la familia *Malvaceae* tuvo representada por una especie (2 %).

En este caso, para ambos bosques están presentes con mayor representatividad en cuanto a especies la familia *Moraceae*, representada con nueve taxones (20 %), *Fabaceae* con ocho taxones (15 %), *Lauraceae*, *Meliaceae* con siete taxones (13 %) respectivamente, y *Anacardiaceae* con seis especies (13 %).

Estas familias mejor representadas con relación a la cantidad de especies, coinciden con Reyes (2006); Osorio (2013) como las más frecuentes en estos tipos de bosques. Garibaldi (2008) reconoce las familias *Fabaceae* y *Moraceae* como una de las más diversas y mejor representadas en la Reserva Forestal del Montuoso (Panamá). Estas características son similares con estudios realizados en bosques de Costa Rica (Hartshorn y Hammel, 1994; Acosta, 1998; Valverde, 1998), en bosque amazónico preandino de Bolivia (Araujo *et al.*, 2005).

Las familias que presentan mayor riqueza de especies para ambos lados *Fabaceae*, *Moraceae*, *Meliaceae*, *Lauraceae* entre otras, se encuentran bien representadas en bosques pluvisilvas montano de la Sierra Maestra (Reyes, 2006), encontrándose también *Rubiaceae*, que constituye un elemento distintivo de esta vegetación indicadora de acidez en el suelo (Del Risco, 2005).

Herrera (2007) plantea que la riqueza de especies en el caso de la familia *Lauraceae* aumenta en el bosque siempreverde mesófilo y en el pluvial montano en comparación con el bosque semideciduo.

Resultados similares fueron encontrados por Bussmann (2003) en el bosque húmedo montano de baja altura en Bolivia, al reportar las familias *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*,

*Melastomataceae, Rubiaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Rosaceae*, como las más comunes.

En trabajos realizados en bosques Ombrófilos Mixtos en los estados del Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur, por Negrelle y Silva (1992), Rondon Neto **et al.** (2002a); Kozera **et al.** (2006) guardan una gran similitud con las principales familias encontradas en este estudio, lo cual confirma el patrón florístico que caracteriza esta formación forestal.

Las familias más abundantes en relación a la riqueza de especies en el bosque próximo al margen derecho no agrupan a la mayoría de los individuos inventariados, pues se encuentran familias representadas por una o dos especies con una gran cantidad de individuos como por ejemplo: *Clusiaceae* con dos especies en ambos lados y 71 y 84 individuos, para un total de 155, *Malvaceae* con una especie para ambos lados y 80 y 67 individuos en ambas vegetación, para un total de 147 individuos.

En esta investigación se encuentran algunas especies por familias con mayor representatividad en el bosque que se estudia debido al alto porcentaje de índice de valor de importancia ecológico (Tabla 2 en Anexo) como *Malvaceae: Hibiscus elatus* Sw., *Meliaceae: Carapa guianensis* Aubl., *Guarea guara* Jacq., *Clusiaceae: Calophyllum utile* Bisse., *Fabaceae: Andira inermis* W.

Estas especies inventariadas coinciden con las reportadas para los bosques pluviales por autores como: Samek (1973); Álvarez y Varona (2006); Capote y Berazaín (1984); Herrero (2003); Mitjans (2005 y 2012); Aldana **et al.** (2006); Eupierre (2008); Mitjans **et al.** (2011); Rodríguez **et al.** (2004), así como las

propuestas en la lista de especies por Herrera (2010) como *Calophyllum* sp. y *A. inermis*.

En este bosque pluvial la flora registrada reafirma las características florísticas descritas por Bisse (1988), Del Risco (1995) y Reyes (2012), en las clasificaciones de la vegetación de Cuba y específicamente en la vegetación de montaña.

### **Curvas de abundancia relativa**

La Figura 5 muestra las curvas de abundancia relativa obtenidas de las 20 especies más abundantes en los bosques cercanos al margen derecho e izquierdo del río Toa. De acuerdo con las características de las curvas de abundancia para ambos bosques localizados cerca de las márgenes del río, se confirma su similitud en cuanto al comportamiento de la diversidad de especies del área estudiada, pues de acuerdo a la forma de las curvas significa que la igualdad, o su inverso, la dominancia, es la misma para ambos bosques Feinsinger (2003). Se observa que las especies que están dominando son nativas de este tipo de bosques como: *Hibiscus elatus*; *Calophyllum utile*; *Zanthoxylum martinicense* L.; *Guarea guara*; *Andira inermis*, aunque existe dominio por especies exóticas e invasoras como *Jambosa vulgaris* DC.; *Sapium laurifolium* Griseb.; *Castilla elastica* Cerv.; *Terminalia catappa* L. (Figura 5).

Especies importantes de gran valor económico como *H. elatus*; *C. utile* ocupan los primeros lugares para ambos bosques, lo cual es un aspecto que según Feinsinger (2003), puede ser muy importante a tener en cuenta en futuras estrategias de conservación para el bosque.

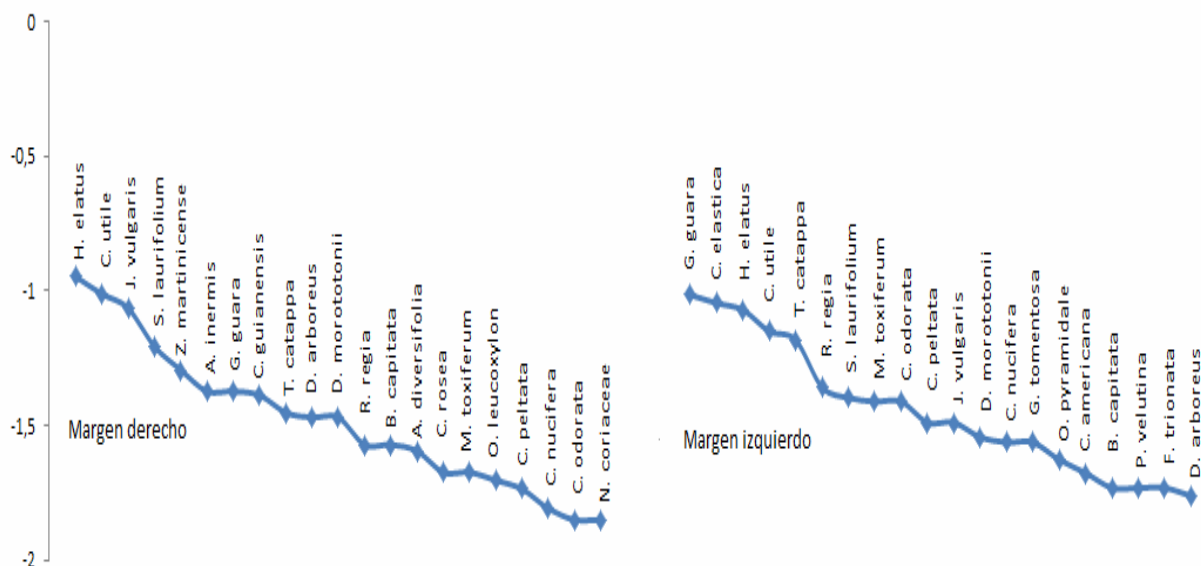


Figura 5. Curvas de abundancia relativa para las 20 especies más importantes de los bosques pluvisilvas de baja altitud sobre complejo metamórfico que se encuentran situados próximos al margen derecho e izquierdo del río Toa en el sector Quibiján-Naranjal del Toa.

**Código de las especies:** *H. elatus* - *Hibiscus elatus*; *C. utile* - *Calophyllum utile*; *J. vulgaris* - *Jambosa vulgaris*; *S. laurifolium* - *Sapium laurifolium*; *Z. martinicense* - *Zanthoxylum martinicense*; *A. inermis* - *Andira inermis*; *G. guara* - *Guarea guara*; *C. guianensis* - *Carapa guianensis*; *T. catappa* - *Terminalia catappa*; *D. arboreus* - *Dendropanax arboreus*; *D. morototonii* - *Didymopanax morototonii*; *R. regia* - *Roystonea regia*; *B. capitata* - *Buchenavia capitata*; *A. diversifolia* - *Acalypha diversifolia*; *C. rosea* - *Clusia rosea*; *M. toxiferum* - *Metopium toxiferum*; *O. leucoxylon* - *Ocotea leucoxylon*; *C. peltata* - *Cecropia peltata*; *C. nucifera* - *Cocos nucifera*; *C. odorata* - *Cedrela odorata*; *N. coriacea* - *Nectandra coriacea*; *C. elastica* - *Castilla elastica*; *G. tomentosa* - *Guazuma tomentosa*; *O. pyramidale* - *Ochroma pyramidale*; *C. americana* - *Cupania americana*; *P. velutina* - *Purdiaea velutina*; *F. trigonata* - *Ficus trigonata*.

### Cantidad de individuos en los diferentes estratos del bosque

Los resultados muestran la cantidad de individuos por estratos, representando al estrato herbáceo con mayor cantidad de individuos, seguido del estrato arbustivo y el arbóreo (Figura 6). Esto demuestra el grado de antropización del bosque, que en su estado climácico debió tener pocos individuos en el estrato herbáceo.

Esta característica se corrobora con estudios similares realizados por Reyes y Acosta (2005) en bosques pluvisilvas en la región oriental de Cuba, donde el estrato

arbustivo fluctúa entre un 20 y 60 % de densidad, y el estrato herbáceo entre 80 y 100 % de su densidad.

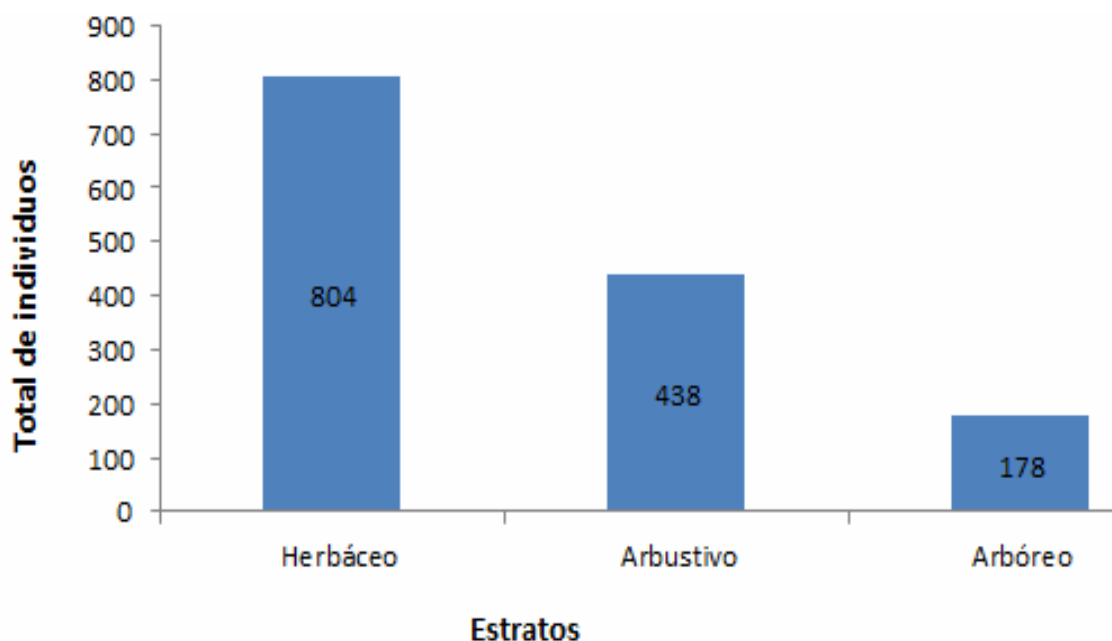


Figura 6. Total de individuos presentes en cada uno de los estratos vegetales estudiados.

### Curvas de rarefacción para riqueza de especies

La riqueza de especies estimada mediante las curvas de rarefacción para los bosques localizados cercanos en ambas márgenes del río, se muestra en la Figura 7. De acuerdo a este resultado se comprobó que estos no difieren significativamente en cuanto a riqueza de especies, pues en ambos casos los intervalos de confianza al 95 % se solapan.

Gotelli y Colwel (2001) plantean que cuando las curvas de rarefacción se usan para contrastar la riqueza de especies a un nivel comparable de esfuerzo de muestreo, esta debe ser una función del número acumulado de individuos, no del número acumulado de parcelas o muestra.



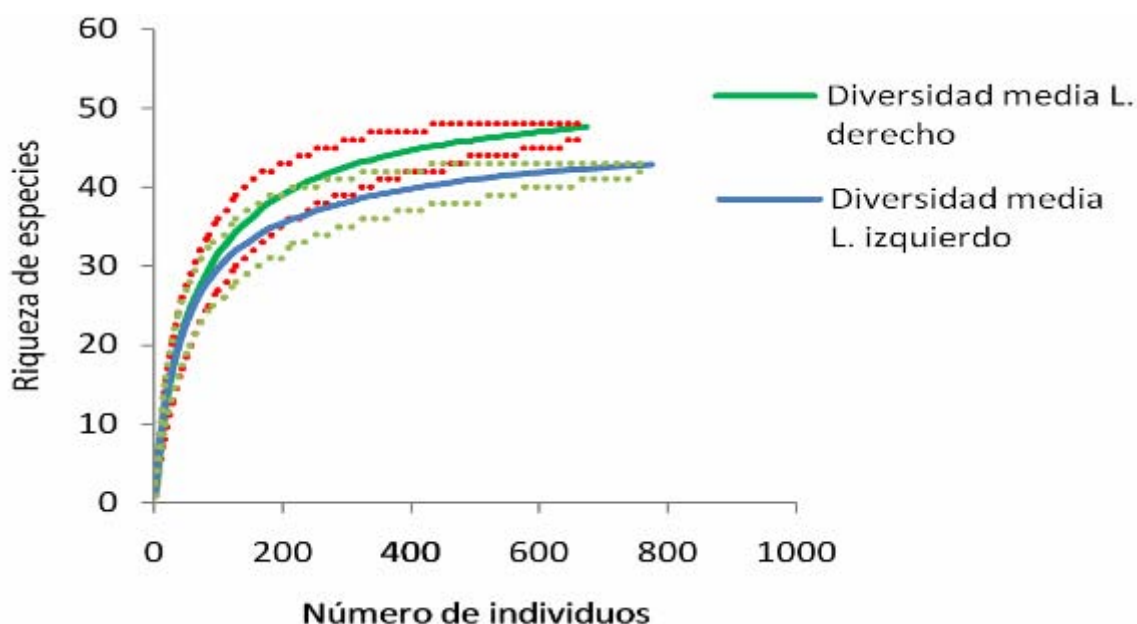


Figura 7. Curvas de rarefacción de riqueza de especies para el bosque cercano al margen derecho e izquierdo del río basada en la abundancia de especies.

Líneas discontinuas representan los intervalos de confianza (IC) al 95 %.

Estas características son similares con estudios realizados en un bosque tropical premontano del Parque Nacional Machalilla en Ecuador según Cantos (2014), así como en el bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del parque Nacional Llanganates también en el Ecuador, según Samaniego (2015).

### 3.3. Análisis florístico del bosque

#### Diversidad beta ( $\beta$ )

La Figura 8 presenta los resultados de la clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición y abundancia de cada parcela, y cortando el dendrograma con una distancia de 25 % de similitud distinguen los conglomerados o grupos de parcelas que se muestran (Tabla 3).

Tabla 3. Conglomerados resultantes mediante el método de vinculación de Ward's

Conglomerados	Parcelas	Total
Conglomerado 1	(1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16 lado derecho) (19, 21, 28, 29, 31, 32, 34, 35 lado izquierdo)	20
Conglomerado 2	(7; 12; 10 lado derecho) ( 30 lado izquierdo)	4
Conglomerado 3	(18; 17; 9 lado derecho) (27; 33; 24; 26; 20; 22; 23; 25 lado izquierdo)	12

El análisis de conglomerado (Figura 8) permitió distinguir tres agrupaciones según la composición florísticas de las parcelas. El primer grupo formado por 20 parcelas, el segundo formado por 4 parcelas y el tercer grupo congregó 12 parcelas.

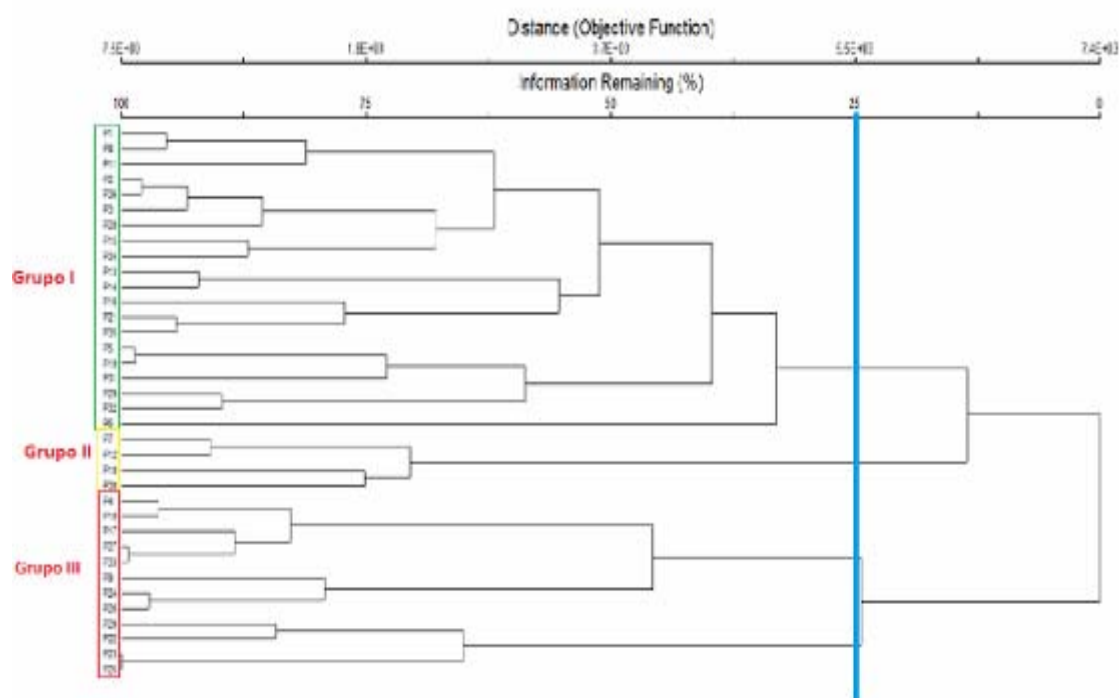


Figura 8. Dendrograma de agrupamiento de las parcelas muestradas en el bosque.

El primer grupo presenta más de un 50 % de similitud compuesto por parcelas que se localizan en los bosques cercanos al margen derecho e izquierdo del río. Estas parcelas aun cuando se encuentran muy distantes una de otra en el área de estudio presentan características florísticas similares que justifican su ubicación en el dendrograma, destacando la presencia de especies exóticas e invasoras como *Jambosa vulgaris*, *Castilla elastica*, *Terminalia catappa*, que según Oviedo (2005) pueden llegar a transformar la estructura y composición florística del bosque. También se encuentra *Cecropia peltata* L., que se comporta como una especie pionera del bosque según Vázquez y Guevara (1985). De acuerdo con Whitmore (1999) *Cecropia* es el género de especies pioneras más grande en los neotrópicos y es característico de los bosques alterados.

Se destacan especies con valor económico como: *Buchenavia capitata* Vahl., *Calophyllum utile*, *Hibiscus elatus*.

Las condiciones topográficas, fuertes pendientes, altitud, asentamientos rurales, infraestructura vial, agricultura migratoria, sobre todo en el bosque cerca del margen derecho, pudieran ser las condiciones que influyen en este agrupamiento. En este bosque se corrobora lo descrito por Bisse (1988) de que el área de este tipo de vegetación estaba ocupada en la mayor parte por el cultivo de *Coffea arabica* L. *Theobroma cacao* L. y en muchos casos por *Coco nucifera* L.

El grupo II presenta 20 % de similitud compuesto por parcelas que se encuentran representadas en ambos bosques. La baja similitud pudiera estar dada en la abundancia de elementos florísticos de los géneros *Castilla*, *Cecropia*, *Jambosa* y *Terminalia*. Este grupo obedece a que estas parcelas se ubicaron sobre condiciones de claros, cuya cobertura y ambiente hacen que se comporte como un grupo.

Resultados similares obtuvieron Aya y de la Hoz (2000) en el bosque alto andino de Perú.

Además se evidencia que estas áreas fueron desbrozadas y preparadas para el fomento de cultivos agrícolas, luego abandonadas estableciéndose un bosque secundario con escasas especies de valor económico como: *Cedrela odorata* L y *Carapa guianensis*.

El grupo III está compuesto por parcelas correspondiente para ambos bosques, encontrándose en un 25 % de similitud florísticas, pues su semejanza pudiera estar dada por la baja influencia antrópica, poca existencia de comunidades rurales, bajo nivel de cultivos agrícolas, altas pendientes, poca abundancia de especies exóticas e invasoras como *J. vulgaris*, *T. catappa*, las cuales pueden llegar a transformar la estructura y composición florística del bosque.

En este grupo se encuentran especies con buena regeneración natural en el bosque como *C. utile*, *A. inermis*, *H. elatus*, pues las condiciones favorables presentes en el sotobosque hacen que favorezca positivamente la germinación de las semillas.

En sentido general los tres grupos se encuentran en un rango de altitud 250 hasta 400 m.s.n.m, compartiendo especies con gran valor comercial como *H. elatus*, *C. odorata*, *C. guianensis*, *A. inermis*, *C. utile*, entre otras.

### **3.4. Medidas de similitud florística**

Cuando se calcula el índice de Sorensen cualitativo (Tabla 4) para ambos bosques, se observa que comparten 39 especies comunes observándose un 85 % de similitud en su composición florística. Mientras que el índice cuantitativo de Sorensen, encuentra también que existe en estos bosques similitud, lo que difieren en un 30 %.

Estos valores de similitud pueden ser explicados por factores relacionados con las características geoclimáticas del área estudiada (altitud, temperatura, pluviosidad) según indicaron Gentry (1982); Oliveira-Filho y Fontes (2000); y Nettesheim *et al.* (2010); así como por la degradación histórica sufrida Carvalho *et al.* (2006).

Tabla 4. Especies comunes y las que difieren en los bosques cercanos al margen derecho e izquierdo del río Toa

Bosque derecho A	A	Bosque izquierdo B	B	C
Familia	No. especies	Familia	No. especies	Especies en común
<i>Malvaceae</i>	1	<i>Malvaceae</i>	1	1
<i>Meliaceae</i>	3	<i>Meliaceae</i>	4	3
<i>Clusaceae</i>	2	<i>Clusaceae</i>	2	2
<i>Myrtaceae</i>	3	<i>Myrtaceae</i>	2	2
<i>Rutaceae</i>	3	<i>Rutaceae</i>	2	2
<i>Arecaceae</i>	3	<i>Arecaceae</i>	2	2
<i>Euphorbiaceae</i>	1	<i>Euphorbiaceae</i>	2	1
<i>Combretaceae</i>	2	<i>Combretaceae</i>	2	2
<i>Fabaceae</i>	5	<i>Fabaceae</i>	3	3
<i>Araliaceae</i>	2	<i>Araliaceae</i>	2	2
<i>Anacardiaceae</i>	3	<i>Anacardiaceae</i>	3	3
<i>Lauraceae</i>	4	<i>Lauraceae</i>	3	3
<i>Moraceae</i>	4	<i>Moraceae</i>	6	4
<i>Caesalpinaceae</i>	1	<i>Caesalpinaceae</i>	1	1
<i>Sapindaceae</i>	1	<i>Sapindaceae</i>	1	1
<i>Sapotaceae</i>	2	<i>Sapotaceae</i>	2	2
<i>Rubiaceae</i>	1	<i>Rubiaceae</i>	1	1
<i>Verbenaceae</i>	1	<i>Verbenaceae</i>	1	1
<i>Bombacaceae</i>	1	<i>Bombacaceae</i>	1	1
<i>Sterculiaceae</i>	1	<i>Sterculiaceae</i>	1	1
<i>Piperaceae</i>	1	<i>Piperaceae</i>	1	1
<i>Melastomataceae</i>	1	<i>Melastomataceae</i>	0	0
<i>Simarubaceae</i>	1	<i>Simarubaceae</i>	0	0
<i>Solanaceae</i>	1	<i>Solanaceae</i>	0	0
	<b>48</b>		<b>43</b>	<b>39</b>

En relación con otros estudios, con valor de similitud entre las dos áreas analizadas (A1 y A2) puede ser considerado elevado lo que puede ser una respuesta de la pequeña distancia lineal entre los dos trechos de vegetación (cerca de 1 km) y al efecto de estar en el mismo fragmento. Esa distancia relativamente corta, asociada a la ausencia de barreras físicas, permitiría la dispersión de propágulos entre las dos áreas, tanto abiótica como biótica (Alcantara *et al.*, 2000; Dalling *et al.* 2002; Levine

y Murrell 2003). Eso permitirá el mantenimiento de un gran número de especies y consecuentemente explicaría la elevada similitud entre las dos áreas.

Aguirre (2009) muestra que en los bosques secos deciduos y semideciduos del Ecuador son los más afines, presentando un 97 % de similitud. Encontrando también para el matorral espinoso seco una alta similitud del 87 % con el bosque seco deciduo.

### **3.5. Estructura horizontal y vertical**

#### **3.5.1. Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especie**

El estudio de la estructura horizontal permitió evaluar **para ambos bosques** el comportamiento de los árboles y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

Teniendo en cuenta el índice de valor de importancia ecológico (IVIE) a nivel de especies, la vegetación se caracterizó en sentido general heterogénea puesto que el peso ecológico de las especies con diámetro mayores o iguales a 5 cm resultó con valores diferentes, reflejando que las especies que presentan mayor dominancia son las menos abundantes y frecuentes Figura 9 (Tablas 5 y 6 en Anexos), ya que según Melo y Vargas (2003) esto ocurre siempre que el mayor peso ecológico favorece las especies raras en su conjunto (37 especies).

Estas especies presentan baja participación de acuerdo a los parámetros fitosociológicos, las cuales las convierten vulnerables ante disturbios naturales y antrópicos tales como: la acción de ciclón, incendios forestales, tala de los árboles para la obtención de horcones, fabricación de viviendas, leña, entre otros.

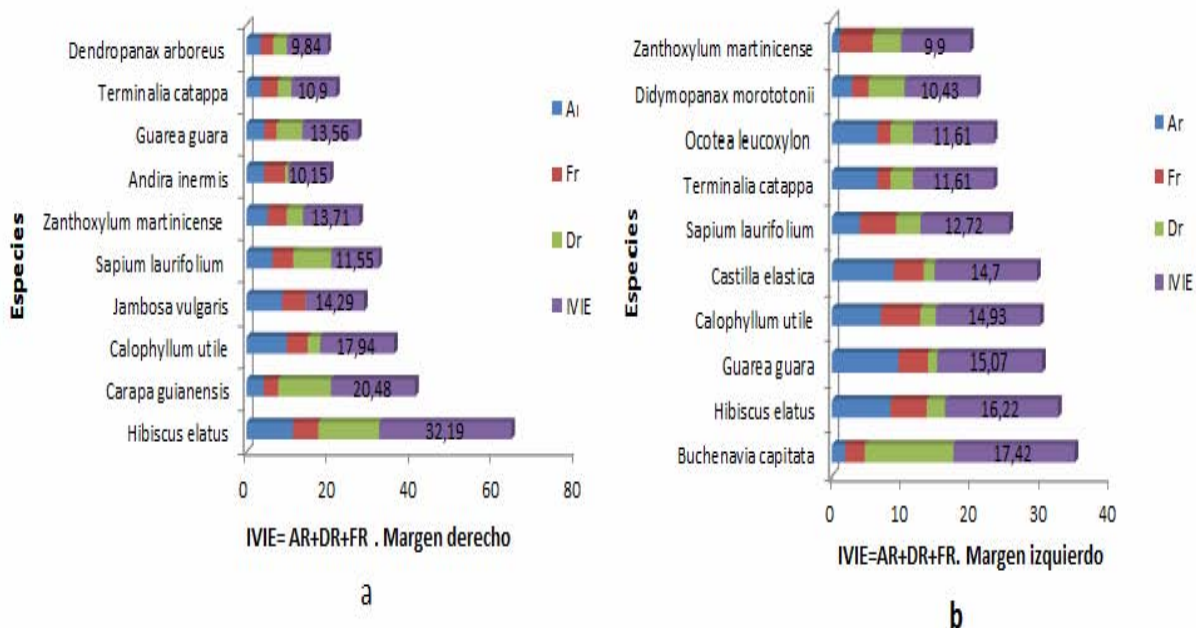


Figura 9. Índice de valor de importancia ecológica para las 10 especies más importantes en la vegetación estudiada del bosque cercano al margen derecho (a) y el bosque próximo al margen izquierdo del río (b).

Entre las diez especies de mayor peso ecológico estudiadas (Figura 9a), que representaron el 21 % de la flora encontrada, *H. elatus*, *C. guianensis*, *C. utile*, *J. vulgaris*, ocupan las cuatro primeras posiciones, especialmente por su dominancia y abundancia, acumulando de conjunto un 83 % del valor de importancia, aunque *S. laurifolium* también estuvo determinada por su abundancia y dominancia ocupando la quinta posición respectivamente, por presentar árboles con grandes dimensiones. El resto de las especies que se encuentran situadas hasta la décima posición ecológica presentaron valores similares entre ellas.

Las diez especies de mayor peso ecológico estudiadas para el bosque próximo al margen izquierdo (Figura 9b), que representaron el 23 % de la flora encontrada, *B. capitata*, *H. elatus*, *G. guara*, *C. utile*, ocupan las cuatro primeras posiciones, por

presentar en sentido general alta abundancia y frecuencia acumulando entre ellas un 64 % del valor de importancia, también *C. elastica* tuvo representada por su abundancia y frecuencia ocupando la quinta posición, debido a que esta especie está categorizada como invasora por Oviedo (2005), el resto de las especies que se encuentran situadas hasta la décima posición ecológica presentaron valores similares entre ellas.

De acuerdo con los resultados de la Figura 9a que representa el bosque cercano al margen derecho, *J. vulgaris* se encuentra entre las más abundantes, esto manifiesta la capacidad de migrar y reproducirse de manera más efectiva, confirmando su condición de invasora descrita por Oviedo (2005). Esta especie puede llegar a transformar la estructura y composición florística del bosque.

Otros autores como Samek (1974) y Álvarez y Varona (2006), afirman que en este tipo de formación existen especies valiosas como: *C. utile*, *A. inermis*, *H. elatus*, pero generalmente en menor proporción, por la presión antrópica que con frecuencia se ejerce, por lo que las especies que más abundan son de escaso valor maderable, predominando en mayor proporción *J. vulgaris*, y otras especies como: *C. peltata*, *G. guidonea*, *L. dominguensis*, y *B. simaruba*.

Rodríguez y Sánchez (2005) también señalan que estas especies presentan buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la faja forestal hidrorreguladora del río Toa.

### **3.5.2. Estratificación vertical del bosque**

Se encontró una distribución desigual en el número de individuos en las tres clases de altura (Tablas 7 y 8 en Anexos).



Estos resultados para ambos bosques muestran las principales especies mejor representadas en el biogrupo (Tabla 9), destacando en el estrato inferior en ambos bosques; *J. vulgaris*, y en el estrato medio para los dos bosques se destaca: *C. utile*. En el bosque cercano al margen derecho, estrato superior se destaca: *C. guianensis*, y para el izquierdo encontramos *H. elatus* mejor representada en el grupo.

Se refleja que en el estrato superior se encuentran con mayor representatividad tanto para el derecho como el izquierdo *C. guianensis*, *Z. martinicense*, *S. mombin*, corroborando lo descrito por Reyes y Acosta (2005) y Reyes (2012) que ellas son las tres primeras especies más abundante del estrato superior. Aunque se puede encontrar también *H. elatus* como una de las más representativas.

Tabla 9. Principales especies mejor representadas en la estratificación del bosque

Especies	Individuos	% SP	Especies	Individuos	% SP
Bosque cercano al margen derecho			Bosque cercano al margen izquierdo		
Estrato Inferior de 0-10 m de altura					
<i>J. vulgaris</i>	41	14,85	<i>J. vulgaris</i>	60	13,69
<i>S. laurifolium</i>	18	6,52	<i>G. guara</i>	34	7,79
<i>D. morototonii</i>	16	5,79	<i>T. catappa</i>	32	7,30
<i>A. diversifolia</i>	7	5,53	<i>H. elatus</i>	26	5,93
<i>C. utile</i>	13	4,71			
<i>G. guara</i>	13	4,71			
Estrato medio de 10,1-20 m de altura					
<i>C. utile</i>	55	12,28	<i>C. utile</i>	28	11,31
<i>Z. martinicense</i>	25	8,84	<i>G. guara</i>	58	7,21
<i>R. regia</i>	15	5,50	<i>H. elatus</i>	49	6,09
<i>S. laurifolium</i>	22	5,14			
<i>A. inermis</i>	21	4,90			
Estrato superior mayor igual a 20 m de altura					
<i>C. guianensis</i>	10	27,77	<i>H. elatus</i>	25	28,70
<i>H. elatus</i>	8	22,22	<i>C. guianensis</i>	20	22,90
<i>Z. martinicense</i>	3	8,33	<i>S. laurifolium</i>	8	9,19
<i>C. odorata</i>	3	8,33	<i>S. mombin</i>	8	9,19
<i>S. mombin</i>	3	8,33			

### 3.5.3. Posición sociológica de las especies presentes en los estratos del bosque

De acuerdo a la posición sociológica del bosque cercano al margen derecho (Tabla 10 en Anexos) de las especies presentes en el estrato inferior el 66,67 % son compartidas por el estrato medio y el 20,83 % por el estrato superior, mientras que el 22,92 % del estrato medio son compartidas con el estrato superior y sólo 10 especies (20,85 %) de las 48 especies inventariadas presentaron una distribución vertical continua, lo cual refleja las especies que se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial productivo.

En el bosque próximo al margen izquierdo (Tabla 11 en Anexos) las especies que se encuentran en el estrato inferior el 67,44 % son compartidas por el estrato medio y el 23,26 % por el estrato superior, mientras que el 30,23 % del estrato medio son compartidas con el estrato superior y solo 10 especies (23,26 %) de las 43 especies inventariadas presentaron una distribución vertical continua, lo cual refleja las especies que se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial productivo.

Estos resultados corroboran lo planteado por Finol (1971) que indica que cuanto más regular sea la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque (disminución gradual del número de árboles a medida que se sube del estrato inferior al superior), tanto mayor será su valor en la posición fitosociológica.

Las especies que ocuparon mayor valor sociológico (PSr) en el derecho y a la vez de mayor distribución continua, en orden representativo, fueron: *Jambosa vulgaris*, *Carapa guianensis*, *Sapium laurifolium*, *Hibiscus elatus*, *Zanthoxylum martinicense*.

Para el izquierdo encontramos con mayor valor sociológico (PSr) y mayor distribución continua, en orden representativo *Hibiscus elatus*, *Castilla elastica*, *Guarea guara*, *Calophyllum utile*, *Terminalia catappa*, *Sapium laurifolium*.

Algunas de estas especies resultaron con similar valor sociológico según lo reportado por Melo (2002) para el área de amortiguamiento del Parque Nacional Los Nevados, Colombia.

### **3.6. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas**

La distribución diamétrica de la vegetación se caracteriza por la concentración de individuos en las primeras clases diamétricas, pues a medida que aumenta el diámetro el número de individuos disminuye proporcionalmente (Figuras 10 y 11). La distribución se asemejó a la forma típica de una Jota invertida, representativa de un bosque natural heterogéneo y disetáneo o con una alta tendencia a la heterogeneidad (Lamprecht, 1990; Melo *et al.*, 2000; Araujo *et al.*, 2005; Higuchi *et al.*, 2008; Fredericksen, 2011; Villarroel *et al.*; 2010; Lores, 2012; Osorio, 2013). La estructura permite asegurar la viabilidad de las poblaciones vegetales, pues Garzón (2001) y Grela (2003) plantean que con el tiempo, la regeneración pasa a ocupar las clases diamétricas mayores, lo cual permitiría la reposición de los árboles que fueron talados, derribados o que actualmente están sobremaduros.

La estructura actual de diseminados y brinzales es escasa, en especies maderables, debido a la alta densidad del sotobosque, que no asegura la continuidad de las clases diamétricas, por lo que es imprescindible la intervención silvícola.

En la Figura 10 el mayor porcentaje de individuos (13,4 %) se concentró en la tercera clase diamétrica (de 10 cm), el 9 % en la clase de 14 cm, el 8,3 %, y 7,7 % en las clases de 18 y 12 respectivamente, en un rango de 7,2 % a 2,5 %, se concentraron

en las clases de 20 a 50 cm (con excepción de las clases diamétricas 34, 36, 38, 42, 44, 46 y 48, que fueron inferiores al 2,5 %), el 7,1 % de los individuos ocupan las clases de diámetros superiores a los 50 cm, mientras que sólo el 0,7 y 1,2 % se localizaron en las clases diamétricas de 6 y 8 cm respectivamente.

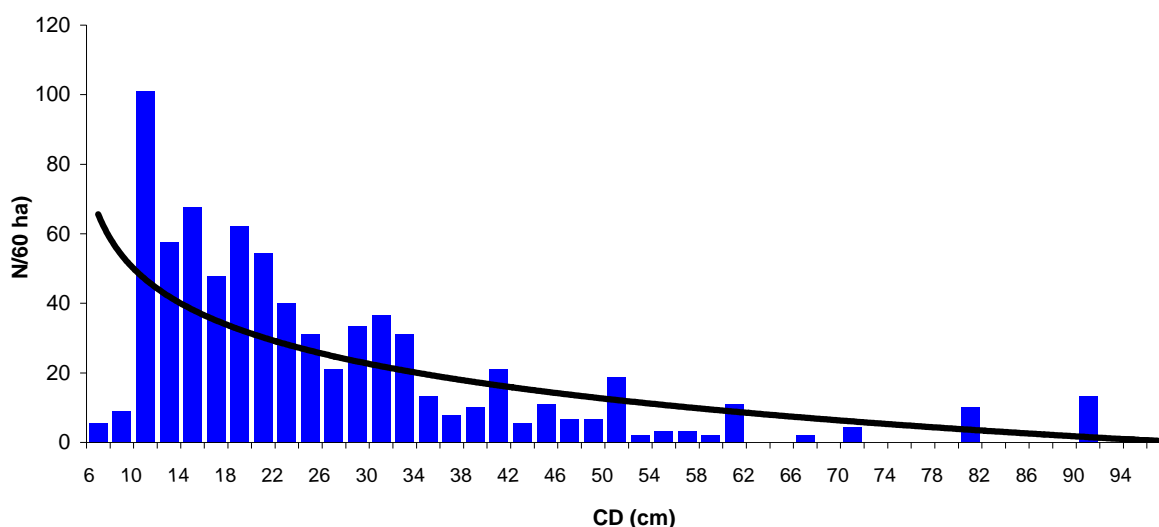


Figura 10. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del bosque cercano al margen derecho del río Toa

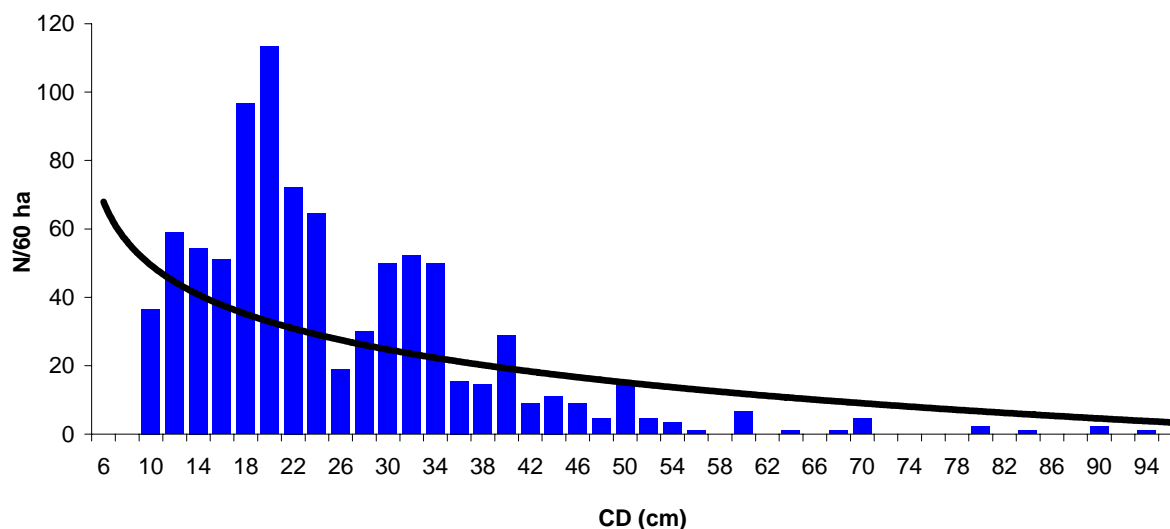


Figura 11. Distribución por clases diamétricas de las especies inventariadas durante la caracterización florística del bosque próximo al margen izquierdo del río Toa

En la Figura 11 se aprecia que el 12,8 % del total de individuos se concentró en la clase de 20 cm, el 10,9 % en la clase de 18 cm, en un rango de 8,2 % al 2,1 % se concentraron las clases diamétricas 12, 14, 16, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 y 40 cm y mientras que las clases diamétricas de 36, 38, 42, 44, 46 y 50 cm oscilaban entre 1,8 % y 1,0 %, los individuos correspondientes a las clases de diámetros superiores a los 50 cm (incluyendo la CD 48) fueron inferiores al 1 % y sumaban en total 3,8 %.

Esto ocurrió probablemente al criterio de inclusión adoptado (individuos con diámetros mayores o iguales a los 5 cm) que según Martins (1991) citado por Narvaes *et al.* (2005), favorece el muestreo de los individuos en fase juvenil y aquellas especies características del sub-bosque.

Los individuos que presentan baja frecuencia en las clases diamétricas superiores están asociados a la mezcla de poblaciones de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, competencia entre los individuos para formar doseles primarios y secundarios, y talas de especies con alto valor comercial realizadas por la población rural y en muchos casos por la empresa forestal integral como: *H. elatus*, *C. odorata*, *C. guianensis*, *C. utile*, *B. capitata*, entre otras.

Los individuos concentrados en las clases diamétricas inferiores sugieren que la vegetación se autosustenta, pues estos individuos pertenecen a la regeneración natural según Lopes *et al.* (2002), los cuales son capaces de establecerse durante los primeros años. En estas clases diamétricas las especies más representativas fueron: *C. elastica*, *J. vulgaris*, *A. inermis*, *G. guara*.

Es observable que conforme aumentan las clases diamétricas disminuye el número de individuos producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para ocupar un sitio dentro de la

vegetación, por lo que muchas especies no logran aclimatarse a nuevas condiciones y mueren.

La escasez y ausencia de árboles en las clases diamétricas superiores puede relacionarse además, con la tumba-rosa-quema en las montañas, la tala de las especies maderables de valor económico y la transformación de la vegetación original para el cultivo de *C. nucifera* y *T. cacao*. Las clases mayores de 70 cm fueron representadas por nativas de la vegetación de montaña: *C. odorata*, *C. guianensis*, *B. capitata* entre otras, y especies forasteras naturalizadas en Cuba, como *Terminalia catappa* que según González-Torres, Rankin y Palmarola (2012) impiden el establecimiento de las especies autóctonas del ecosistema afectado.

Estos resultados infieren, que ambos bosques han sido perturbados por talas incontroladas de los individuos con mayor diámetro y las especies de valor económico, alterando su estructura diamétrica del bosque, con el predominio de árboles con diámetro pequeño. Situación similar reportó Garibaldi (2008), para los bosques de la reserva forestal el Montuoso en Panamá.

Otras investigaciones, como las de Da Croce (1991) en Santa Catarina, Brasil, en la Reserva Genética Forestal de Caçador, Da Silva y Marconi (1990) en Curitiba y Rondon *et al.* (2002a), en Paraná, y de Rondon *et al.* (2002b) así como Jarenkow (1994) en Río Grande del Sur, que presentaron una situación similar.

### **3.7. Regeneración natural y dinámica del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico**

En la Tabla 12 se presentan las especies más abundantes en los estratos inferiores en el bosque, según la metodología de Aldana *et al.*, (2006).

De acuerdo con los resultados de la Tabla 12, la regeneración está representada principalmente por *C. utile*, *G. guara*, *H. elatus*, y *A. inermis* en el diseminado, brinzal bajo y brinzal alto, las cuales predominan en la regeneración de estos bosques. Llama la atención el predominio de especies de bosques secundarios y la posición que ocupa *C. peltata* y *J. vulgaris* en los bosques cercano al margen derecho e izquierdo del área objeto de estudio.

Tabla 12. Regeneración natural del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen derecho e izquierdo del río Toa  
Altura – h; diámetro a la altura de 1,30 m del suelo – ( $d_{1,3}$ ). (AR – Abundancia relativa)

Diseminado		Brinzal bajo		Brinzal alto	
Bosque cercano al margen derecho del río					
Clase I plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones	AR	Clase I h $\geq 1,5$ hasta el comienzo del cierre de las copas	AR	Clase II d(1.3) = 5 cm	AR
<i>Calophyllum utile</i>	14,74	<i>Calophyllum utile</i>	13,15	<i>Calophyllum utile</i>	6,18
<i>Andira inermis</i>	11,28	<i>Acalypha diversifolia</i>	13,15	<i>Jambosa vulgaris</i>	6,14
<i>Jambosa vulgaris</i>	10,31	<i>Dendropanax arboreus</i>	10,83	<i>Hibiscus elatus</i>	6,03
<i>Spondias mombin</i>	9,64	<i>Jambosa vulgaris</i>	8,10	<i>Cecropia peltata</i>	5,99
<i>Hibiscus elatus</i>	8,68	<i>Terminalia catappa</i>	8,10	<i>Terminalia catappa</i>	5,87
<i>Terminalia catappa</i>	6,30	<i>Andira inermis</i>	7,22	<i>Cupania americana</i>	4,79
<i>Dendropanax arboreus</i>	4,92	<i>Hibiscus elatus</i>	6,37	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	4,37
<i>Ehretia tinifolia</i>	3,69	<i>Ocotea leucoxyton</i>	4,05	<i>Buchenavia capitata</i>	4,33
<i>Clusea rosea</i>	3,39	<i>Cecropia peltata</i>	3,85	<i>Solanum mammosum</i>	3,79
Bosque cercano al margen izquierdo del río					
<i>Guarea guara</i>	19,17	<i>Guarea guara</i>	28,06	<i>Calophyllum utile</i>	6,69
<i>Spondias mombin</i>	12,14	<i>Calophyllum utile</i>	11,90	<i>Cecropia peltata</i>	6,27
<i>Calophyllum utile</i>	9,88	<i>Terminalia catappa</i>	8,18	<i>Cupania americana</i>	5,18
<i>Castilla elastica</i>	7,22	<i>Hibiscus elatus</i>	6,89	<i>Hibiscus elatus</i>	5,10
<i>Hibiscus elatus</i>	6,07	<i>Spondias mombin</i>	4,81	<i>Terminalia catappa</i>	5,01
<i>Terminalia catappa</i>	5,49	<i>Jambosa vulgaris</i>	4,49	<i>Solanum mammosum</i>	4,10
<i>Guazuma tomentosa</i>	4,22	<i>Castilla elastica</i>	4,17	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	3,97
<i>Jambosa vulgaris</i>	3,12	<i>Didymopanax morototonii</i>	3,93	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	3,34
<i>Didymopanax morototonii</i>	3,05	<i>Guazuma tomentosa</i>	3,53	<i>Clusea rosea</i>	3,30

En las Tablas 13 y 14 (en Anexos) se muestran los resultados de la regeneración natural de *C. peltata*, *J. vulgaris*. Estas especies se encuentra bien representadas en el diseminado, brinzal bajo y brinzal alto para ambos bosques.

Los resultados de este estudio muestran una gran cantidad de individuos abundantes en la categoría de diseminado, brinzal bajo y brinzal alto, de las especies típicas del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico que permiten mantener de alguna manera la estructura del bosque, aunque en la regeneración se

encuentran especies categorizadas como exóticas e invasoras que pueden llegar a transformar la estructura de la vegetación del bosque, las cuales serían eliminadas en las cortas de mejora, con tala y arboricida.

*Carapa guianensis* presenta baja abundancia en la regeneración natural, que es una especie principal del primer estrato arbóreo. Este resultado pudiera ser explicado por el ataque a las semillas y vástagos jóvenes de algunos insectos como *Hypsiphyla grandella* según Arguedas **et al.**, (1993) citados por Vozzo (2010). También ha sido atacada por *Solenopsis germinata* Fabr., identificada por Fontela y Matienzo (2011).

La regeneración es uno de los pasos más importantes hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo según Mostacedo y Fredericksen (2000).

Información más detallada respecto a los valores de regeneración de todas las especies inventariadas con individuos en las categorías de diseminado, brinzal bajo y brinzal alto respectivamente en los bosques que se estudia se encuentra en las Tablas 13 y 14 (en Anexos).

Estos resultados son corroborados por Capote **et al.** (1988) los cuales plantearon: la sucesión secundaria en selvas de América Tropical en sus estadios juveniles está caracterizada por árboles de rápido crecimiento del género *Cecropia*, las cuales requieren de un período de tres a cuatro años para establecer un dosel adecuado, denominando estas comunidades vegetales como comunidades tempranas, las cuales se desarrollan después de cinco a ocho años de la sucesión vegetal, pudiendo durar hasta 10 a 25 años.

Conforme planteó Chinchila (2008) una manera de conocer el estado actual de la salud de un bosque es evaluar su dinámica de regeneración. Los datos obtenidos en



este estudio (Tabla 12) evidencian que las especies características del bosque objeto de estudio tienen una alta capacidad de regeneración (expresados en sus valores de abundancia relativa) y favorecen la riqueza de especies.

### **3.8. Influencia de las variables ambientales en la estructura del bosque**

En estos bosques explotados por distintas fuentes se observó que en el caso de las talas incontroladas es bastante elevada, pues el objetivo de esta actividad es obtener postes para cercados, horcones para fabricación de casas, varas, leña, corteza, cujes para la fabricación de escoba, fabricación de canoas. Estos productos son muy demandados por las comunidades aledañas a los bosques, que incluso están dentro del mismo.

En este sentido Jimenez (2008) y Jimenez *et al.* (2010) expusieron que la extracción de los productos forestales maderables y no maderables, así como la apertura de caminos y tala del bosque para la realización de estas tareas no solo implica una reducción en la densidad de los árboles, sino cambios drásticos desde el punto de vista microclimático y en la composición florística, incluyendo a especies de interés maderable.

También la práctica de la roza, tumba y quema, el cultivo de *C. nucifera* L. y *T. cacao* L. producen cambios desfavorables en la estructura y composición de especies, así como en la biodiversidad.

Estos aspectos corroboran lo planteado por Spurr y Barnes (1982) relacionado con los tipos de perturbaciones, dentro de las cuales están las que alteran la estructura del bosque (viento, la explotación forestal), las que alteran la composición de especies del bosque (introducción o eliminación de nuevas plantas o animales), y las

que alteran el clima en el cual crece el bosque (cambios bruscos a nivel microclimático).

La Tabla 15 presenta la caracterización de los disturbios por los sitios de muestreo, evidenciando la prevalencia de las alteraciones antrópicas, donde las más intensas se relacionan con las talas incontroladas, factor este que influye directamente en la alteración de la estructura y composición florística, además altera negativamente la dinámica de la regeneración natural del bosque en estudio.

Tabla 15. Categorización de disturbios por parcela del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico

Parcela	1 talas incontroladas	2 total por camino	3 aclareo y caída de los árboles	4 entresaca de madera de leña
P1	3	1	1	2
P2	3	1	1	2
P3	1	1	1	2
P4	1	1	1	2
P5	3	2	2	3
P6	3	3	2	3
P7	3	4	2	3
P8	4	4	4	3
P9	4	3	4	3
P10	3	3	3	1
P11	3	1	3	1
P12	3	1	3	1
P13	3	3	3	2
P14	4	4	3	3
P15	3	3	3	2
P16	1	3	3	2
P17	2	3	3	3
P18	3	3	3	2
P19	1	1	2	2
P20	4	2	4	3
P21	2	3	3	3
P22	1	2	3	3
P23	1	3	3	2
P24	2	3	3	2
P25	4	3	2	3
P26	3	3	2	2
P27	3	4	2	3
P28	3	4	3	3
P29	3	1	2	2
P30	4	1	2	2
P31	4	2	3	3
P32	3	3	3	2
P33	3	2	2	3
P34	3	2	2	2
P35	2	3	2	2
P36	3	2	2	3

1-Sin disturbio 2-Disturbio leve 3- Disturbio moderado 4- Disturbio alto

Los disturbios por aclareo, caída de los árboles, entresaca de madera de leña y total por camino en sentido general resultaron ser elevadas, lo que afectan y modifican los factores ecológicos del bosque, como lo plantearon Picket y White (1985) que señalan que estas perturbaciones afectan fuertemente la estructura y calidad de las especies tolerantes de sombra o a la competencia al igual que Herrera **et al.** (1988) en Sierra del Rosario, también para bosques siempreverdes o pluvisilvas.

En las parcelas 8, 13, 14, y 16 las perturbaciones antrópicas han favorecido la aparición de especies exóticas, y algunas son consideradas invasoras como *J. vulgaris*, *C. elastica*, *A. diversifolia*, pues según Oviedo (2005), estos taxones modifican la estructura del bosque en galería, principalmente cerca de los bordes de los caminos y especialmente en la vegetación de ribera.

Según Rosete **et al.** (2011), estas perturbaciones también ejercen efectos devastadores sobre la estructura, equilibrio, dinámica y salud de los bosques. Todo lo anteriormente descrito, corrobora lo planteado por Hobbs y Huenneke (1992). Estos autores aseguran que cualquier cambio en el régimen histórico de distribución de un ecosistema puede alterar la composición de especies mediante la disminución de la importancia de las especies nativas, la creación de las oportunidades para el ingreso de especies exóticas, o por ambos medios.

Los resultados del análisis de componentes principales sobre la matriz de correlaciones entre variables descriptoras de perturbación de la estructura de especies (Tabla 16) indicaron que los tres primeros ejes explican el 53,26 % de la variabilidad total en la caracterización realizada, y teniendo en cuenta el valor de las comunidades las variables que más contribuyeron a la segregación de los componentes son: distancia a la carretera, distancia a calveros, las especies,

distancia a viviendas, distancia a caminos, y distancia a cultivos agrícolas. Corroborando lo planteado por Mendes *et al.* (2009) cuando mayor es el número de las comunales, mayor será la importancia de una variable en un espacio factorial.

Tabla 16. Análisis de componentes principales (ACP) realizado sobre la matriz de correlación de las variables descriptoras de perturbación ambiental y descriptoras de la estructura de especies

	Comunalidad	Componente		
		1	2	3
DCALVERO	0,733	,814	0,68	,256
DVIVIENDAS	0,647	,750	-0,288	-,044
DCARRETERA	0,778	,630	-,601	0,143
DAGRICOLA	0,434	,621	-,189	-,113
PENDIENTE	0,608	-,150	,765	,023
ALTITUD	0,588	-,326	,694	,022
SIMPSON	0,345	,137	,568	-,059
SP	0,715	-,098	-,001	,840
DCAMINO	0,619	,029	,256	,743
AB	0,417	,066	-,279	,578
DRIO	0,061	-,036	,019	-,244
Auto valores		2,478	2,155	1,759
% de varianza		20,651	17,958	14,656
Varianza total explicada		20,651	38,609	53,265

El primer componente reveló gran correlación entre las variables descriptoras de disturbio, tales como distancia a calvero, distancia a viviendas, distancia a carretera y distancia a cultivo agrícola con la estructura de especies. El segundo componente expresa la correlación directa entre variables ambientales descriptoras de disturbio como pendiente, altitud y distancia a la carretera, y el tercer componente confirma la relación que existe con las especies, distancia a camino, y el área basal confirmando en algunos lugares dominio de especies con altos valores de área basal las cuales están dominando.

Para hacer el análisis de correspondencia canónica (ACC) se tuvieron en cuenta los resultados correspondientes del análisis de suelos para cada parcela como se aprecia en la Tabla 17 en Anexos.

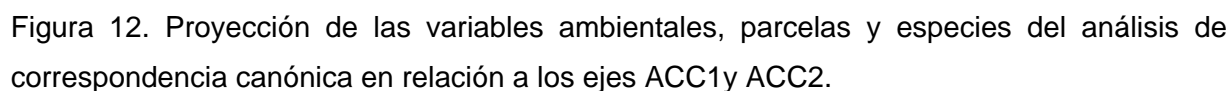
Los resultados del análisis de correspondencia canónica (ACC) fueron globalmente significativos (traza= 0,694, F= 1,436, P= 0,0020). Los primeros cuatro ejes del ACC ofrecieron una solución a la ordenación de las unidades de muestreo y de las especies (Figuras 12 y 13) pues la variabilidad total presente en los datos de abundancia de las especies (inercia= 3,594) fue posible explicar el 91,1 % de la relación especie-variables ambientales y el 17,6 % de la varianza de especies mediante el conjunto de dichos ejes, lo que indica un gradiente fuerte (Tabla 18), para datos ecológicos el valor de inercia es típicamente bajo (menor 10 %), especialmente cuando se presenta gradientes fuertes (Ter Braak y Verdonshot, 1995). Resultados similares obtuvo Jimenez (2012), en aplicaciones de análisis multivariantes, pues con una (inercia = 2,55) explicó el 23,7 % de la variabilidad mediante el conjunto de dichos ejes.

Tabla 18. Resultado del análisis de correspondencia canónico (ACC) de las abundancias de las especies, transformadas logarítmicamente en cada una de las 36 unidades de muestreo en función de sus variables ambientales

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Inercia Total
Autovalores:	0,256	0,159	0,131	0,087	3,594
Correlación especies – valores ambientales:	0,943	0,810	0,813	0,766	
Porcentaje acumulada de la varianza de datos de especies:	7,1	11,6	15,2	17,6	
de relación de especies-variables ambientales:	36,9	59,8	78,7	91,1	
Sumatoria de autovalores					3,594
Sumatoria de autovalores canónicos					0,694
Correlación variables ambientales con los ejes					
Altitud	<b>0,7930</b>	0,0879	0,2998	0,2905	
Pendiente	<b>0,5882</b>	-0,2066	0,3092	-0,1315	
P	-0,2797	<b>-0,6025</b>	<b>0,4339</b>	0,0085	
pH	0,1885	-0,0988	-0,2496	<b>-0,6544</b>	
DCARRE	<b>-0,5896</b>	-0,3168	-0,3881	0,3602	

Número de ejes canónico: 4

Varianza total (inercia) en los ejes de la especie: 3,594.



Código: Hibis= *Hibiscus elatus*, Calop= *Calophyllum utile*, Sapi= *Sapium laurifolium*, Guar= *Guarea guara*, Cecro= *Cecropia peltata*, Term= *Terminalia catappa*, Jamb= *Jambosa vulgaris*, Spo= *Spondias mombin*, And= *Andira inermis*, Zant= *Zanthoxylum martinicense*. Carap= *Carapa guianensis*, Didy= *Didymopanax morototonii*, Cedr= *Cedrela odorata*, Cast= *Castilla elastica*, Buc= *Buchenavia capitata*, Bry= *Brya ebenus*, Sola= *Solanum mammosum*, Calyp= *Calyptrogyne occidentalis*, Ehre= *Ehretia tinifolia*, Casas= *Casasia calophylla*, Pisid= *Psidium guajava*, Ocot= *Ocotea leucoxylon*, Dur= *Duranta arida*, Roys= *Roystonea regia*, Coco= *Cocos nucifera*, Acaly= *Acalypha diversifolia*, Speud= *Pseudocopyva hymenifolia*, Fict= *Ficus trigonata*, Dend= *Dendropanax arboreus*, Nectc= *Nectandra coriacea*, Sim= *Simaruba laevis*, Citru= *Citrus aurantium*, Mang= *Mangifera indica*, Guaz= *Guazuma tomentosa*, Pip= *Piper aduncum*, Euc= *Eucalyptus* sp., Artc= *Artocarpus communis*, Arta= *Artocarpus altilis*, Tab= *Tabebuia dubia*, Swie= *Swietenia macrophylla*, Fica= *Ficus americana*, Nectm= *Nectandra membranacea*, Cupa= *Cupania americana*, Cluc= *Clusia rosea*, Cinn= *Cinnamomum parviflorum*, Chr= *Chrysophyllum oliviforme*, Diph= *Dipholis jubilla*, Glir= *Gliricidia sepium*, Com= *Comocladia dentata*, Lonch= *Lonchocarpus domingensis*.

**Leyenda:** dcarre=Distancia a la carretera, alt=Altitud, Pend=Pendiente, P= Fósforo, pH.

Los autovalores obtenidos se corroboran con otros estudios, por ejemplo Becker *et al.* (1997), según estos autores cuando los autovalores son menores que 0,3 los resultados explican correctamente la ordenación realizada por el ACC. Por lo general en estudios florísticos se consideran los autovalores  $>0,3$  como gradientes muy altos y una de las causas puede ser, que existan menos parcelas de muestreo que variables ambientales.

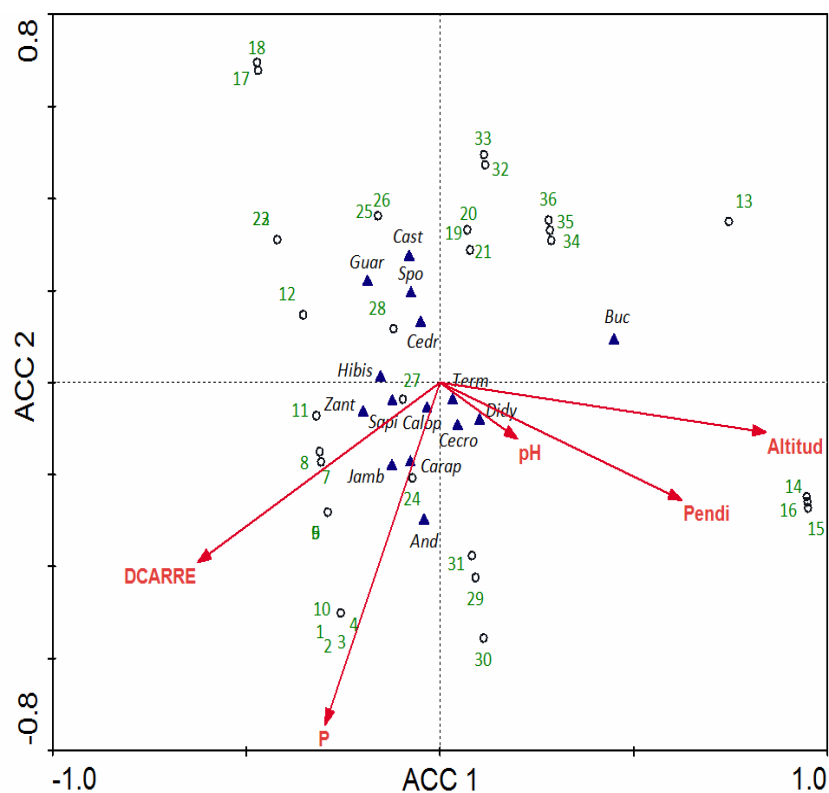


Figura 13. Proyección de las variables ambientales, de las unidades de censo y de las 15 especies de mayor IVIE del análisis de correspondencia canónica en relación a los ejes ACC1 y ACC2. Las parcelas son los ceros, las especies son los triángulos y las variables ecológicas son las flechas.

Código: Hibis= *Hibiscus elatus*, Calop= *Calophyllum utile*, Sapi= *Sapium laurifolium*, Guar= *Guarea guara*, Cecro= *Cecropia peltata*, Term= *Terminalia catappa*, Jamb= *Jambosa vulgaris*, Spo= *Spondias mombin*, And= *Andira inermis*, Zant= *Zanthoxylum martinicense*, Carap= *Carapa guianensis*, Didy= *Didymopanax morototonii*, Cedr= *Cedrela odorata*, Cast= *Castilla elastica*, Buc= *Buchenavia capitata*.  
**Leyenda:** dcarre= Distancia a carretera, alt=Altitud, pend= Pendiente, pH, p= Fósforo.

El extremo positivo del eje 1 (ACC1) describe un aumento de la altitud (Alt), la pendiente (Pen), y el pH, en el extremo negativo de ese mismo eje describe un aumento de la distancia a la carretera (DCARRE) (Figura 12). Mientras que en el extremo negativo del eje 2 (ACC2) describe un aumento el fósforo (P) (Figura 12). Los ejes tres y cuatro no resultan tan bien definidos con respecto al resto de las variables citadas en los ejes 1 y 2 distancia y con la exposición de las parcelas respectivamente.

En cuanto a las quince especies de mayor IVIE (Figura 13) en el extremo positivo del eje 1(ACC1) el gradiente de altitud y pendiente muestran una marcada influencia con las especies: *Didymopanax morototoni*, *Cecropia peltata*, *Terminalia catappa*, y *Buchenavia capitata*; así como en el extremo opuesto, no presentando influencia las variables. En el extremo negativo del eje 1 (ACC1) siguen el gradiente distancia a la carretera *Andira inermis*, *Carapa guianensis*, *Jambosa vulgaris*, *Zanthoxylum martinicense*, *Sapium laurifolium*, *Calophyllum utile*, especies que comparten hábitat muy cercano a la carretera, y el extremo positivo del eje 2 (ACC2) con elevado porcentaje de fósforo. *Andira inermis*, *Carapa guianensis*, *Jambosa vulgaris*, *Zanthoxylum martinicense*, *Sapium laurifolium*, *Calophyllum utile*. Su ubicación opuesta no presenta influencia con respecto a las variables ambientales.

Espinosa **et al.** (2011), plantean que ha surgido la existencia de gradientes de diversidad asociados a la altitud del bosque seco de Ecuador como lo determinante en ellos. En este estudio la distribución de las parcelas y las especies responden a gradiente de altitud, pendiente, distancia a la carretera, fósforo y pH, confirmando fuerte correlación entre, altitud, pendiente, distancia a la carretera, fósforo y pH en la distribución de las especies (Figura 13). El gradiente altitudinal provoca la sustitución



de especies, lo cual sugiere que otros factores no estrictamente climáticos, están controlando la estructura y la composición florística a escalas locales del bosque.

Según Espinosa *et al.* (2011) y Aguirre (2013), la distribución de las especies a escala pequeña, a pesar de haber sido poco estudiada, en los bosques secos está determinado principalmente por la disponibilidad de agua, la altitud que controla factores ambientales, como la temperatura y humedad, las variaciones geográficas que generan diferentes hábitat que favorecen a distintas especies.

Se muestra que en este bosque los gradientes de altitud, pendiente, distancia a la carretera, contenido de fósforo y pH, son los que más influyen en la distribución de las especies.

El criterio del carácter empobrecedor de los ecosistemas en general por causa de los diferentes disturbios naturales y antrópicos lo señalan también SER (2004) y Barrera *et al.* (2010), que puede ser considerado también para los bosques pluvisilvas en particular.

### **3.9. Propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico**

#### **Propósito de la propuesta de tratamiento**

Sugerir un conjunto de acciones silvícolas orientadas a la rehabilitación del bosque pluvisilva que oriente las inversiones de los diferentes actores que influyen en la misma (instituciones gubernamentales, organizaciones de base, organizaciones no gubernamentales y universidades, entre otros), para la adopción de acciones más efectivas que aporten valor a los elementos naturales y socioculturales de estos bosques.

Se realizará a partir de un régimen de mejora y reproducción hecha por el hombre, propiciando condiciones para el desarrollo de especies leñosas con alto grado de afectación en el área.

Existen áreas impactadas por inadecuado manejo, provocado fundamentalmente por el aprovechamiento forestal, y otros por talas para plantaciones de *C. nucifera* L. y *T. cacao* L. en el pasado. En estos casos de plantaciones agrícolas, al envejecer tales plantaciones la vegetación forestal requiere de una reconstrucción del bosque, por ocupación incompleta del mismo.

En algunos de estos casos se permiten las prácticas agroforestales como parte de un proceso integral para el rescate y mejoramiento de la biodiversidad y fundamentalmente de las especies más afectadas.

### **Objetivos**

1. Aplicar cortas de mejora, comenzando por los rodales con ocupación incompleta.
2. Restaurar la presencia de las especies autóctonas más valiosas y escasas por el método Anderson.
3. Potenciar la restauración de especies endémicas en peligro de extinción.
4. Restablecer, por las cortas de mejora, la dinámica de la regeneración natural de las especies arbóreas en general.

En la fundamentación de la aplicación de cada paso de la propuesta de acciones silvícolas para la rehabilitación se explica en detalle cada uno de los pasos y se dan recomendaciones sobre su importancia.

En esta parte se desarrolla su propio marco conceptual de acuerdo al estado en que se encuentra el área, para lo cual hay que implementar las fases diagnóstica, experimental y de monitoreo. En las fases diagnóstica y experimental se estudian las

barreras a la rehabilitación y se diseñan estrategias para superarlas. Estas dos fases son tal vez las más importantes en los proyectos porque incluyen la participación comunitaria, pues la restauración ecológica no tiene éxito si no se tienen en cuenta las actividades humanas y se integran los saberes locales, según indica Vargas (2007).

### **3.9.1. Paso 1. Definición del ecosistema de referencia**

El área experimental de 60 hectáreas se definió a través de los resultados del levantamiento de las 36 parcelas de muestreo del área objeto de investigación, con el uso del dendrograma y los resultados dasométricos de las parcelas, por el grado de ocupación maderable. Las principales informaciones empleadas fueron las siguientes:

- Programa de Educación Ambiental para la cuenca Hidrográfica del Toa de las provincias Guantánamo y Holguín, Ciudad de la Habana, Cuba (Valdés, 2002).
- Plan de manejo en Sectores de la Cuenca del Toa. Órgano de Montaña (Soto, 2003).
- Plan de manejo de los rodales del área experimental, según la Ordenación de Montes de la EFI Baracoa.
- Vegetación en Cuba: Parque Nacional: Alejandro de Humboldt: Rapid biological inventories (Reyes y Acosta, 2005).
- Estructura, composición florística y endemismo en la faja forestal hidrorreguladora en el nacimiento del río Toa, municipio Baracoa. Provincia Guantánamo (Sánchez *et al.*, 2012).

### **3.9.2. Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad**

El estado actual del ecosistema y su integridad se evaluó mediante el análisis de la estructura, composición de especies y función de la comunidad. Para esto se consideraron los siguientes aspectos:

- Los resultados de los inventarios florísticos realizados en el sector de Quibiján-Naranjal del Toa.
- Entrevistas y talleres realizados con guardabosques.
- Los impactos producidos por el mal uso de los suelos y la extracción tradicional de productos de los bosques.

Como resultados de la evaluación previa el estudio del ecosistema identificaron 24 familias, 49 géneros, 52 especies de plantas para un total de 1507 individuos, mostrando en las familias que reportan mayor abundancia en cuanto a la riqueza de las especies no agrupan a la mayoría de los individuos, evidenciando cambios en la estructura y composición de las especies en el área de estudio, como consecuencia de los disturbios provocados por talas incontroladas, extracción de madera, leña, tala de bosques para la agricultura de subsistencia, apertura de caminos, viales, resultando ser estas las principales fuentes de disturbios en el bosque.

En este bosque las plantas más utilizadas por los habitantes con respecto a los diferentes usos (maderable, combustibles, medicinal, comestibles, fabricación de cayuca típica de esa zona), son de gran valor comercial.

### **3.9.3. Paso 3. Definición de las escalas a niveles de organización**

**A niveles de organización:** El bosque pluvisilva (Comunidad (biológica)).

### **3.9.4. Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbios**

**Escala (1 a 4):** 1- Sin disturbio, 2- Disturbio leve, 3- Disturbio moderado, 4-Disturbio alto.

- **Respuestas a disturbios**

Irregularidades en la forma de distribución de la estructura diamétrica de las especies de alto valor comercial, dominancia y abundancia de especies de poco valor comercial en el bosque, como fue observado en las Figuras 10 y 11, así como en las Tablas 15, 16 y 18.

Rodales con ocupación adecuada en la ladera derecha y con ocupación incompleta en las laderas derecha e izquierda del río (Tabla 19 en Anexos).

### **3.9.5. Paso 5. Lograr la participación comunitaria**

La restauración ecológica presenta diferentes escalas espaciales y temporales en las cuales los diferentes disturbios antrópicos juegan un papel importante en cualquier escala que se elija (Vargas, 2008).

La pérdida de los servicios ambientales en los ecosistemas es una preocupación en cualquier región, pues hay que tener en cuenta tanto el manejo regional, como las necesidades de las comunidades locales, por eso es importante que la comunidad participe activamente, desde su formulación de los proyectos de restauración, estos pueden garantizar su continuidad y consolidación (Vargas *et al.*, 2010).

Es de vital importancia que los actores se interesen por los recursos naturales y tengan gran interés y conciencia en aspectos muy importantes como la coordinación y ejecución de los proyectos y programas, según las fortalezas y posibilidades que presenten. En tal sentido se destacan los resultados de Mitjans (2012) quien infiere la influencia de los actores locales en el proceso de rehabilitación, por el elevado

protagonismo de los campesinos en la reforestación de especies autóctonas en el río Cuyaguateje.

La capacitación encaminada a los habitantes de las comunidades con el objetivo que eleven sus conocimientos en cuanto al medio ambiente y el extensionismo rural, desarrollen y fortalezcan habilidades encaminadas a los objetivos propuestos y en los temas de interés que ellos consideren dentro del plan de acción de la propuesta.

La rehabilitación es una actividad a corto plazo y por consiguiente quienes deben garantizar la ejecución de los proyectos son las poblaciones locales, en este caso, los habitantes de la comunidad, con apoyo del gobierno y la empresa forestal.

Para consolidar el trabajo que se propone concretar, se proponen las siguientes acciones: La comunidad se debe contemplar como un todo, pues es necesario promover la participación de adultos, jóvenes, niños y niñas para generar procesos de trabajo entre: Los campesinos, trabajadores agrícolas, profesores, padres de familia y alumnos, las entidades locales como: Consejo Popular, empresa que participen en la conservación de los recursos naturales. Los jóvenes y niños apadrinarán las especies de los grupos densos espaciados y se encargaran de medirles la altura y estado sanitario, así como dar la información en fechas significativas como el día 21 de junio, Día del Trabajador Forestal.

#### **3.9.6. Paso 6. Evaluación del potencial de regeneración**

Según el inventario florístico realizado se tiene información sobre la disponibilidad de las especies en el bosque, el potencial de regeneración en la zona (como puede verse en la Tabla 12), la ubicación, y la abundancia, con el objetivo de saber las especies de alto valor económico, y que por supuesto contribuyan a la reforestación del bosque y puedan ser utilizadas en programas de rehabilitación del ecosistema.

Las especies arbóreas que presentan mejor posición sociológica en el bosque se localizan en la Tabla 10 y 11 en Anexos y las de mayor abundancia se encuentran *H. elatus*, *C. utile*, *J. vulgaris*, *S. laurifolium*, *Z. martinicense*, *G. guara*, *A. inermis*, *C. guianensis*, *T. catappa* y *D. arboreus* (Que son las 10 más abundantes).

Las de mayor dominancia: *H. elatus*, *C. guianensis*, *S. laurifolium*, *R. regia*, *G. guara*, *S. mombin*, *B. capitata*, *Z. martinicense*, *C. odorata* y *D. arboreus* (Que son las 10 más dominantes).

Para la rehabilitación del ecosistema se propone a *H. elatus*, *C. guianensis*, *C. utile*, *D. jubilla*, *T. dubia* de acuerdo con los resultados que se presentan en las Tablas 5 y 6 (en Anexos). Cuando en un área de enriquecimiento exista abundancia de una o varias de estas especies, se sustituirán por otras valiosas escasas como *Terminalia aroidoi* Bisse, *Manilkara albescens* Griseb., entre otras. En la primera corta de mejora se eliminarán las especies exóticas invasoras

### **3.9.7. Paso 7. Barreras a la rehabilitación**

Por barreras a la restauración se entienden aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos (Vargas *et al.*, 2010).

Para definir las barreras a la rehabilitación es necesario tener en cuenta las diferentes etapas de las plantas en la fase de dispersión de las semillas y establecimiento, pues las barreras sociales impiden la propagación y el desarrollo de los ecosistemas; por lo que se definen las barreras naturales (Tablas 5-8 y Figuras 10 y 11):

- Dominancia de especies con poco valor comercial
- Abundancia de especies exóticas

- Irregularidades de la estructura diamétrica de las especies de alto valor comercial.

Las barreras sociales (asumiendo el criterio de Vargas, 2008) están representadas por (Tabla 15):

- Talas incontroladas
- Extracción de leña
- Talas por efecto de la agricultura de subsistencia
- Afectación total por caminos
- Introducción de especies exóticas

### **Fase experimental (Pasos 8, 9, 10,11)**

#### **3.9.8. Paso 8. Selección de las especies adecuadas para la rehabilitación**

La selección de las especies es un paso muy importante para el éxito que se persigue restaurar, pues constituye un aspecto trascendental y es el eje fundamental en cualquier proyecto de reforestación que se pretenda realizar en un área determinada (Vargas *et al.*, 2010).

Para la rehabilitación del bosque se propone un conjunto de acciones silvícolas orientadas al cumplimiento de las funciones de rehabilitación.

La selección de las especies se hace en función de los objetivos de rehabilitación y de la calidad del sitio, el cual se recomienda usar por lo menos de cuatro a cinco especies nativas diferentes. Se aconseja el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados, especialmente en caso de bosques que no estén fuertemente degradados.

Se recomienda para la rehabilitación y el logro en la rápida recuperación del bosque: *H. elatus*, *C. utile*, *C. guianensis*, *D. jubilla* y *T. dubia*. Estas especies también



presentan alto valor económico, así como elevada abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, e índice de valor de importancia.

### 3.9.9. Paso 9. Propagación y manejo de las especies

Se presentan recomendaciones sobre la silvicultura de cinco especies que resultaron indicadores ecológicos, como resultado de los inventarios florísticos y el empleo de técnicas de análisis multivariado de datos ecológicos, realizados durante esta investigación, que pueden ser utilizadas para el enriquecimiento de bosques, teniendo en cuenta los criterios de Betancourt (1987); Álvarez y Varona (2006) y más recientemente con la aplicación de la nucleación como estrategia para la facilitación de la cobertura del bosque tropical según Holl *et al.* (2011), Holl (2012), Holl *et al.* (2013) y Zahawi *et al.* (2013).

Las especies seleccionadas para emprender procesos de rehabilitación del bosque en estudio presentan cualidades particulares en cuanto a la silvicultura según Álvarez (2014), pues es importante el conocimiento de sus características en la forma de propagarse y manejarse, de esto también depende el éxito de los programas de manejo y proyectos de plantación.

Estas especies propuestas presentan las siguientes características en su propagación y manejo:

1. ***Hibiscus elatus***: Florece casi todo el año, y sus frutos son en capsula, con semillas pequeñas que maduran entre los meses de marzo y abril, de germinación irregular alcanzando un 40 %. Comienzan a germinar entre los diez y veinte días de sembradas y las posturas permanecen en vivero de tres a cinco meses. Se encuentra en toda Cuba, Isla de la Juventud, el resto de las Antillas, y zonas tropicales en general.

2. ***Calophyllum utile***: Árbol de hasta 30 m de altura, fuste recto, Florece entre abril y mayo, sus frutos son globular de 1-15 cm de diámetro, morado-oscuro cuando está maduro y maduran en septiembre, con una sola semilla grande con capacidad germinativa alta. Comienza a germinar entre los veinticinco y treinta y dos días de sembrada, obteniéndose germinación de semillas aún a los 180 días. La planta crece bastante rápidamente, se recomienda sembrar directamente o trasplantarla con cepellón. Las posturas permanecen en vivero de cuatro a cinco meses. Bisse (1988) plantea que los frutos se colectan entre agosto y enero, los cuales son muy apetecidos por los murciélagos trasportando las semillas a lugares distantes del árbol diseminando la especie. La época de plantación es al comienzo de la estación lluviosa (mayo a junio), en Cuba crece en pluvisilvas de montaña, en la zona norte de la región oriental. Endémica. En años recientes se han incrementado los esfuerzos en plantar especies nativas para restaurar áreas degradadas en los trópicos. Investigaciones de Holl ***et al.*** (2000) han demostrado que algunas especies nativas crecen rápidamente en pastos abandonados. Estos autores destacan el uso de *Calophyllum brasiliense* para la restauración forestal del Bosque Tropical Montano de Costa Rica.
3. ***Carapa guianensis***: Florece de febrero a marzo y sus frutos maduran de marzo a abril del año siguiente, semillas con 90 % de germinación comenzando a germinar entre los veinte y treinta días de sembradas, las posturas permanecen en vivero de tres a cuatro meses, es un árbol característico de la pluvisilva, se desarrolla bien sobre distintos tipos de suelos, siempre que sean húmedos. Para la repoblación se recomienda la siembra directa bajo techo natural claro,

poniendo dos o tres semillas en cada hoyo, su regeneración es abundante. Es aconsejable mezclar esta especie con *H. elatus*, *C. alliodora*, *C. utile*, entre otras.

4. ***Tabebuia dubia***: Crece rápidamente, florece de febrero a mayo y sus frutos maduran de mayo a agosto con semillas planas y ligeras que se puede trasportar a través del viento, comienza a germinar entre los seis y diez días de sembradas, las posturas permanecen en vivero de tres a cinco meses y es fácil de trasportar a raíz desnuda. Crece en toda Cuba, en suelos montañosos.
5. ***Dipholis jubilla***: Árbol de 20 a 30 m de altura con ramas jóvenes ferrugíneo-pubérulas, la viejas glabrescentes, con corteza fisurada, sin lenticelas. Hojas alternas con tendencia a agruparse, fruto en baya, semillas elipsoideas. Endémico de Cuba oriental, en bosque pluvial montano (Bisse, 1988).

### 3.9.10. Paso 10. Selección de los sitios

En algunos sitios como: las parcelas 7, 10, 12, 30 (Tabla 19 en Anexos) entre otras, donde se va a emprender el proceso de rehabilitación fueron escogidos producto de una investigación de campo que dio informaciones precisas a nivel de escala, de cómo actúa el régimen de disturbios y antropización en el ecosistema y el grado de ocupación económica que presentan estos sitios según la regla de Schulz. Para la selección del sitio o los sitios se evaluó el estado del suelo a escalas locales y a nivel de parcelas, teniendo en cuenta los siguientes criterios según Vargas (2008).

La ubicación de sitios accesibles.

1. Definición del área y el grado de alteración que presenta.
2. Evaluación del estado del suelo y la hidrología.
3. Definir si aún persisten los disturbios a esa escala y predecir si se pueden volver a presentar.

4. Evaluar con las comunidades aledañas las actividades humanas, buscando la mayor compatibilidad posible con el proyecto.
5. Tener en cuenta las recomendaciones de las comunidades locales en cuanto a fenómenos estacionales como huracanes.

Es imprescindible en este paso tener bien seleccionados los sitios donde mayor problema de perturbación existe, pues teniendo definidos estos lugares según los resultados de la investigación se pueden dirigir las acciones de rehabilitación a estos lugares y mantener una secuencia lógica y precisa del proceso.

### **3.9.11. Paso 11. Estrategia para superar las barreras a la rehabilitación**

La silvicultura de los bosques tropicales es compleja, porque por regla general la producción total de biomasa es alta, pero el volumen de las especies económicas es relativamente bajo (Samek, 1974; Álvarez y Varona, 2006). En estos bosques predomina una vegetación de maleza en el sotobosque que impide la regeneración natural y hay bajo nivel de conocimiento acerca de la biología de estos bosques.

Para lograr superar las barreras a la rehabilitación se propone el empleo de la Silvicultura moderna que va más allá de la Silvicultura tradicional (Álvarez, 2014).

Se hizo necesario, priorizar las zonas donde se recuperará el ecosistema, con el objetivo de la recuperación de especies para contribuir al restablecimiento de áreas prioritarias, mediante la adopción de una técnica silvicultural moderna.

Samek (1974) y Lamprecht (1990) coincidieron en señalar, que antes de decidir un método específico y sus tratamientos correspondientes para cualquier bosque tropical, es necesario caracterizar el estado en que se encuentran sus rodales.

De acuerdo a los resultados de la aplicación de la regla de Schulz (Tabla 19 en Anexos) en el área de investigación, se infiere que las parcelas uno, dos y tres

presentan ocupación adecuada, mientras que desde la cuatro hasta la 36 están categorizadas como incompleta.

Según Álvarez (2000) para este procedimiento es necesario partir de un criterio preestablecido, de cuáles son las especies de valor económico en el tipo de bosque que se está diagnosticando, además se tiene en cuenta los sitios más antropizados, los resultados de la estructura y composición florística, la condición de bosque degradado y las perturbaciones consideradas que más influyeron en la variabilidad de la estructura.

Por ejemplo la Tabla 20 corresponde a la parcela nueve, donde se observan las especies de valor económico y el grado de ocupación que presenta esta unidad de muestreo, teniendo en cuenta los objetivos económicos de la Empresa Forestal Integral Baracoa (EFIB). Además debe aclararse que estas especies citadas son reconocidas por la empresa con valor comercial.

Tabla 20 Determinación del número de árboles por hectárea aplicando la regla de Schulz para la parcela 9

Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
<i>Hibiscus elatus</i>	23	23,4	15,4	29,5	196,1	460	39	499	Incompleta
<i>Carapa guianensis</i>	6	7,33	20	35,8	296,7	120	3	123	
<i>Andira inermis</i>	1	8	7	10	39,2	20	0	20	
<i>Guarea guara</i>	1	12	9	0,2	1,1	20	2	22	
<i>Calophyllum utile</i>	2	16	11,5	0,8	4,6	40	0	40	
Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								704	

**Leyenda:** n: Número de árboles, d: Diámetro a 1,3 m del suelo, h: Altura, G: Área basal, V: Volumen, N (ind/ha): Individuos de especímenes de valor económico por hectárea, y Rn: Regeneración natural.

De acuerdo a estos resultados se propone la aplicación de cortas de mejora, con el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados, y un conjunto de técnicas silvícolas, según la ocupación estimada por cada parcela, con la finalidad de lograr el bosque multietáneo esperado. Cuando estos grupos densos espaciados no

contengan ni *H. elatus* ni *C. utile*, introducir entonces *Terminalia aroldoi* *Manilkara albescens*. En otras parcelas con ocupación incompleta, se pueden elegir otras especies valiosas escasas y en peligro de extinción en el ecosistema.

Para la rehabilitación del hábitat natural se propone en este bosque que se localiza en el sector Quibiján-Naranjal del Toa plantaciones con especies nativas, teniendo en cuenta la reforestación pasiva (utilizando la regeneración natural), con la implementación de los sistemas agroforestales (Método Taungya), los cuales enmarcan una nueva visión en el desarrollo silvicultural de la empresa en aras de lograr el nivel cognoscitivo del personal técnico.

La aplicación de los grupos densos espaciados o la nucleación, es una estrategia para facilitar la rehabilitación del bosque tropical. La Figura 14 ilustra el esquema que se propone para representar las plantaciones en grupos densos espaciados.

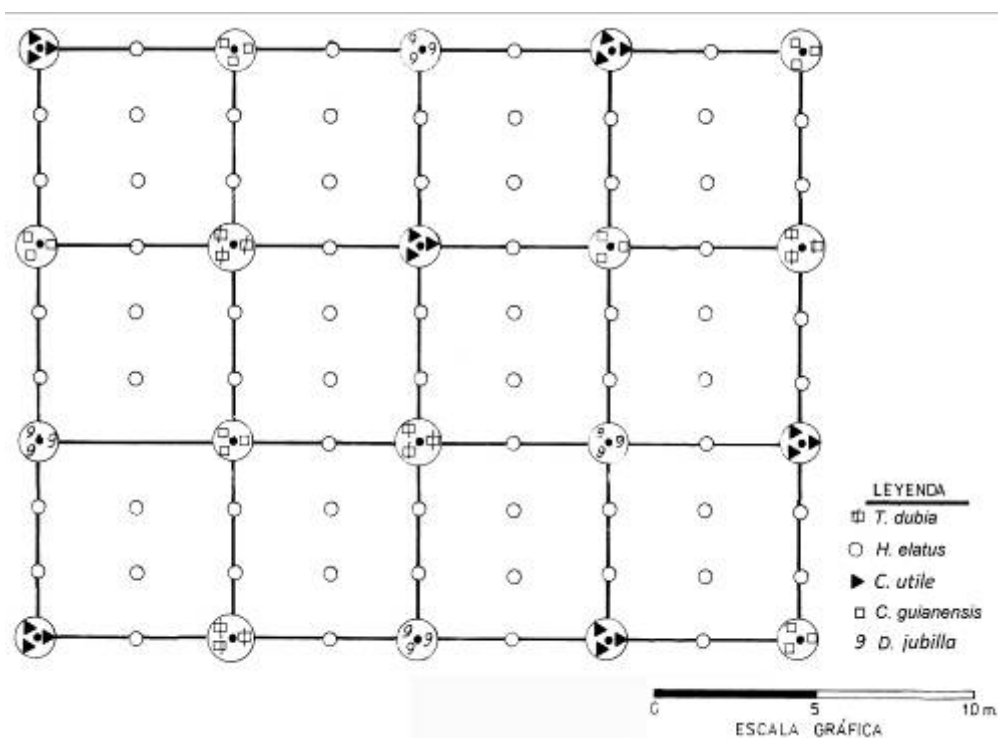


Figura 14. Esquema que se propone para representar la plantación en grupos densos espaciados

### **3.9.11.1. Separación de los pies dentro de las unidades de plantación**

Es aconsejable, desde el punto de vista de la facilidad y economía de la plantación, que el espaciado de los árboles que constituyen cada grupo sea uniforme dentro del mismo. La separación máxima que sea posible entre los árboles de un grupo, se determina tomando en cuenta dos factores: la distancia entre los centros de las unidades de plantación y el número de árboles que haya en la fila más larga de la unidad. La distancia será una longitud intermedia, como por ejemplo: 50 X 50 ó 75 X 75 cm.

En general el espaciamiento dentro de cada unidad variará ligeramente según la especie, el terreno, el probable ritmo de crecimiento y la composición del grupo; pero la plantación será más fácil si dichas variaciones se reducen al mínimo.

La aplicación de los grupos en un contexto de la restauración ha sido sugerida como una manera de influir en la trayectoria y pasos de la restauración (Toh *et al.*, 1999; Robinson y Handel, 2000; Hooper *et al.*, 2005; Rey Benayas *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2010).

### **3.9.11.2. Separación entre las unidades de plantación**

Al determinar la distancia entre las unidades de plantación es preciso tener en cuenta dos factores:

1. El número de árboles a plantar por hectárea no exceda del número utilizado en las plantaciones normales con espaciamiento regular.
- 2- El número de árboles adultos que se calculan por hectárea para cuando el rodal alcance la madurez. Si se estipula que se ha de emplear por hectárea el mismo número de árboles que con los actuales sistemas de plantación, entonces con un

grupo que tenga un número determinado de árboles, por ejemplo 3, la distancia entre los centros de los grupos dependerá directamente del número de árboles admitidos por hectárea.

El marco de plantación entre los centros de los grupos oscila entre 4X4 m, 6X6 m y 7X7 m, correspondiendo respectivamente a 625, 278 y 204 unidades/ha. Una experiencia semejante la llevaron a cabo Zahawi *et al.* (2013) en Costa Rica con la aplicación de los núcleos como estrategia para restaurar bosques tropicales.

El camellón es de gran importancia y constituye una característica esencial para el empleo del método Taungya con plantaciones de banano que no desarrollen abundantes hijos para evitar la competencia entre el cultivo forestal. Estos métodos ofrecen algunas ventajas notables sobre el método ordinario de plantación regular (Álvarez, 2014).

### **3.9.11.3. Combinación de unidades en grupos densos espaciados**

Como se ha indicado, el método se presta a la plantación mixta de especies de dos maneras. Se ha tratado ya brevemente de la mezcla de especies dentro de cada unidad, pero las especies pueden también plantarse en grupos puros mezclando los grupos, siendo, por tanto, los árboles en ciertos grupos de una misma especie y todos los otros grupos de otra especie.

Esta mezcla puede ser regular, de conformidad con alguna norma preestablecida, o puede ser irregular, a fin de que las especies estén distribuidas de modo que aprovechen mejor las irregularidades del terreno y las distintas condiciones del medio.

El nuevo método de enriquecimiento en grupos densos espaciados que se propone, se presta muy bien a las especies principales (*C. utile*, *C. guianensis*, *T. dubia*, *D.*



*jubilla*) con otra de relleno (*H. elatus*) ofreciendo posibilidades de reducir los gastos de implantación. Esta reducción puede obtenerse mezclando pequeñas unidades de la especie de relleno con unidades normales de las especies principales (Anderson, 1953). Dichas pequeñas unidades pueden componerse de 3 individuos aislados, como se observa en la Figura 14. Sin embargo estas especies no deben ser las únicas para los grupos densos.

Los grupos muy pequeños también son problemáticos desde el punto de vista práctico, pues es más difícil realizar el mantenimiento, y la mortalidad de uno o dos arbolillos afecta la estructura de los grupos más fuertemente (Holl *et al.*, 2013). Los estudios centroamericanos de Cole *et al.* (2010); así como de Zahawi y Augspurger (2006) sugieren que los grupos más pequeños de 8 m puede ser significativamente menos eficaces en la reforestación que los grupos más grandes.

#### **3.9.11.4. ¿Cómo implementar el método de grupos densos espaciados?**

Se trabajará en aquellos rodales introduciendo grupos de especies de valor comercial, y con mayor índice de valor de importancia ecológico (IVIE), las cuales se establecerán en un marco de plantación de 3 mx3 m para un total de 1111 plantas/ha según lo requiera el grado de ocupación económica del área a tratar.

En las parcelas uno, dos y tres que presentan ocupación económica adecuada, se recomienda cortas de mejora con enriquecimiento localizado o inducir la regeneración natural (Tabla 19 en Anexos).

En el resto de las parcelas desde la cuatro hasta la 36, clasificada con ocupación económica incompleta, se indicarán cortas de mejora en unos casos estimulando la regeneración natural y en otros no, como se muestra a continuación.



La preparación del suelo será de forma manual para los rodales que exijan preparación completa dejando cordones de restos de plantas con espaciamiento de 4 m en sentido de las curvas de nivel como vía de barrera muerta.

Se dejará en pie aquellas especies de valor comercial y ecológico con buen estado sanitario y otras, que por sus funciones protectoras y ecológicas no es recomendable su extracción, pues el objetivo es buscar mantener la biodiversidad del bosque que se rehabilita.

La preparación del suelo se realizará en hoyos de plantación y en terrazas individuales previa al hoyo de plantación según las características de la vegetación y el grado de pendiente que tenga el área.

Luego de la preparación de los sitios con ocupación incompleta, se establecerán las especies de la siguiente forma:

*H. elatus* se establecerá en todo el área como especie de relleno en marco de plantación de 3x2 m, luego se establecerán dentro del área pequeños núcleos con tres individuos de la misma especie (*C. utile*) en forma de triángulo y centradas a 0,5 m una de otra y a una distancia entre los grupos de 6 mx6 m, posteriormente se plantará otro núcleo de *C. guianensis* de la misma forma, seguido de *D. jubilla* y *T. dubia* (Figura 14). Se pondrán tutores a las plantas principales con el objetivo que los bejucos se enreden en el mismo y no ofrezcan peligro alguno al desarrollo del cultivo forestal.

Dentro del camellón se sembrará plátano (con un marco de plantación de 10x10 m) en un por ciento pequeño que no desarrollen abundantes hijos que pudieran competir con las plantas de interés, para lograr fuente de alimentación y un tanto contribuir

con la economía del trabajador forestal o los comunitarios que participen en el proyecto (Álvarez, 2003 y 2014).

Estos taxones que conforman el método varían en cuanto a la especie, la cantidad de individuos, pues hay que tener en cuenta el grado de ocupación y la cantidad de ind/ha de cada unos para poder aplicar el método.

#### **3.9.11.5. Atenciones culturales a las plantaciones**

Las atenciones de establecimiento se ejecutarán como está reglamentado en la actividad forestal toda vez que se realizan plantaciones con diferentes fines y objetivos.

Se aplicará a los 3 años una poda de simplificación al tallo de *H. elatus*, si lo requiere, y si no lo requiere se ejecutará una limpia.

A los 6 años después de efectuada la limpia de *H. elatus*, según la calidad genotípica de la procedencia de la especie se realizará un único raleo fuerte, dejando el 50 % de esta especie en el área, y un promedio de 550 plantas/ha, propiciando incrementos en diámetro con el empleo de una corta de selección positiva. En dependencia de las condiciones de sitio, se realizará excepcionalmente un segundo raleo para favorecer el incremento de las que queden en pie.

A las especies principales que integran el núcleo, según el desarrollo que tengan, se procederá con la selección de los mejores individuos dejando dos por grupo.

Después de efectuado este tratamiento se dejará un ciclo de 10 años con el propósito de aplicar corta de selección a las diferentes especies que componen el método dejando el mejor ejemplar en cada núcleo o grupo.

### **3.9.12. Paso 12. Monitoreo del proceso de rehabilitación**

El monitoreo propicia una base de información para comprender el comportamiento del ecosistema a través del tiempo, para predecir y/o prevenir cambios no deseados, evaluando si los objetivos se cumplen o se deben hacer las modificaciones pertinentes.

A nivel del paisaje se deben monitorear la superficie con cobertura vegetal, pero a nivel de las especies se proponen especies que son indicadoras de perturbación como: *C. peltata*, que junto a *C. utile*, *G. guara*; *B. simaruba*, las cuales son indicadoras de recuperación de bosques pluvisilvas.

Se monitorean y estudian los cambios de la estructura del bosque producidos por los disturbios naturales y antrópicos, se evalúa la regeneración natural de las especies claves del bosque nativo como: *C. utile*; *C. guianensis*; *A. inermis*, *T. dubia*, *D. jubilla*

### **Fase de consolidación- Paso 13**

### **3.9.13. Paso 13- Consolidación del proceso de rehabilitación**

La consolidación de un proyecto de rehabilitación indica que se han eliminado casi todas las barreras a la rehabilitación y que el ecosistema marcha de acuerdo a los objetivos planteados (Vargas, 2008). El monitoreo debe definir como marcha el proceso de rehabilitación para lo cual se evaluará indicando que el proceso marcha de forma satisfactoria y el ecosistema empieza a mostrar variables de autosostenimiento, como el enriquecimiento de especies, recuperación de la fauna silvestre, el restablecimiento de servicios ambientales relacionados con la calidad del agua y el suelo. Al respecto es interesante destacar la experiencia de Álvarez (2005) en su valoración para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados, al comprobar en rodales latifoliados de la Unidad Silvícola Caguainabo (EFI La Palma)

cuando al aplicar enriquecimiento en grupos y apreció que *H. elatus* en diez años constituyó el 25 % de la existencia maderable del rodal para pronosticar que en otros diez años la existencia maderable de *H. elatus* puede ser localmente equivalente a  $70 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ .

En la Tabla 21 (en Anexos) se presenta un resumen de las acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

La estructura y composición del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa es irregular, por presentar una vegetación muy diversa y heterogénea, con alto grado de antropización. Se destacan como especies más importantes y abundantes *H. elatus*, *C. utile*, *C. guianensis*, *B. capitata*, y *G. guara*, entre otras.

Las variables y disturbios que más afectan la dinámica de la regeneración, la estructura y composición florística del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa son: talas incontroladas, altitud, pendiente, distancia a la carretera, distancia a viviendas, cultivos agrícolas, contenido de fósforo y el pH del suelo.

El método de enriquecimiento propuesto para establecer plantaciones por medio de grupos densos espaciados, las cortas de mejora, la adopción de acciones silvícolas dentro de la silvicultura moderna, el empleo de especies con gran valor de importancia ecológica son la esencia para llevar a cabo la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.



# RECOMENDACIONES

## **RECOMENDACIONES**

Realizar estudios participativos con las comunidades para conservar y restaurar la vegetación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

Se sugiere la implementación del método de grupos densos espaciados y la nucleación en los bosques del patrimonio de la Empresa Forestal Integral Baracoa, los cuales, a su vez, determinarán la mejora de la estructura y composición florística del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

Se sugiere la creación de dos fincas forestales, una a cada lado del río, en el sector objeto de la investigación, con la propuesta estudiada en la tesis y con el incentivo de la aplicación del método de la Taungya privada.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, V. L. G. 1998. Análisis de la composición florística y estructura para la vegetación del piso basal de la zona protectora La Cangreja, Mastatal de Puriscal. Informe de Práctica de Especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 69 p.
2. Acosta, V. H.; Araujo, P. A. e Iturre, M. C. 2006. Caracteres estructurales de las masas. Serie Didáctica No. 2. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal 35 p.
3. Aguirre, M. Z. 2009. Composición florística y estructura del bosque estacionalmente seco en el sur occidente del Ecuador, provincia de Loja, municipio de Macara y Zapotillo. Universidad Nacional de Loja, Herbario Loja. Arnaldo 16 (2): 87-99
4. Aguirre, Z. 2013. Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus productos forestales no maderables: Caso de estudio Macará. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 97 p.
5. Aguirre, Z. y Kvist, L. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Memoria de Loja. V Encuentro Nacional de Desarrollo Forestal, 35 p.
6. Alcantara, J. M.; Rey, P. J.; Valera, F. and Sánchez-Lafuente, A. M. 2000. Factors shaping the seed fall pattern of a bird-dispersed plant. Ecology 81: 1937-1950.
7. Aldana, E.; Barrero, H. y García. I. 2006. Los bosques de galería en la EFI Macurije. Estructura, composición y propuesta de manejo. Trabajo presentado en el IV SIMFOR 2006, Pinar del Río, Cuba. 13 p.
8. Álvarez, P. 2001. Introducción a la Silvicultura de Bosques tropicales. Editorial Félix Varela, La Habana, 199 p.
9. Álvarez, P. 2003. Introducción a la Agrosilvicultura. Editorial Félix Varela, La Habana, 204 p.
10. Álvarez, P. 2005. Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados. Revista Forestal Baracoa 24 (1): 3-11.
11. Álvarez, P. 2007. Propuesta de clasificación de las especies maderables para el manejo forestal integral. (Primera parte). Revista Forestal Baracoa 26(2): 73-84.
12. Álvarez, P. 2014. Comunicación personal. Profesor de Silvicultura de la Universidad de Pinar del Río.
13. Álvarez, P. A. y Varona, J. C. 2006. Silvicultura, Tercera Edición. Editorial Félix Varela, La Habana, 354 p.
14. Anderson, M. L. 1953. Spaced group planting Unasylva, 7(2): 55-63.
15. Appolinario, V.; Filho, A. T. O. and Guilherme, F. A. G. 2005. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. Journal Brazil. 28: 347-360.
16. Araujo, A.; Jorgensen, P.; Maldonado, C.; Paniagua, N. 2005. Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas Sector Quemado-Palechuco, Bolivia. Ecología en Bolivia, 40 (3): 325-338.

17. Aya, S. D. y De La Hoz, E. 2000. Evaluación de la regeneración natural en cuatro bosques alto andinos ubicados en el área Amortiguadora del Parque Natural Nacional Los Nevados. Universidad del Tolima. Ibeque. 150 p.
18. Barrera, J.; Contreras, N.; Rodríguez, V.; Moreno, A. y Montoya, S. 2010. Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. ISBN 978-958-716-382-7. 399 p.
19. Beck, S. G.; Killeen, T. J. y García, E. 1993. Vegetación de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia. Missouri Botanical Garden. La Paz. 68 p.
20. Becker, B.; Terrones, F. M. y Horschler, P. 1997. Especies Indicadoras de la Flora Acompañante en campos de cultivo de los Andes- Parte II. Metodología y Primeros Resultados, 5: 13-19.
21. Berazaín, R.; Areces, F., Lazcano, J. C.; González, L. R. 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) ISBN 849704198. 4:1- 86.
22. Berry, P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de Bajura, En: Guariguata, M.; Kattan, G. (eds.). Ecología y Conservación de bosques neotropicales. EULAC/GTZ. LUR, Cartago. 83-96 p.
23. Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial Científico Técnica. Ciudad de la Habana. 427 p.
24. Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Científica-Técnica. Ciudad de la Habana. Cuba. 369 p.
25. Borhidi, A. 1991. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. Akadémiai Kiadó Budapest. 938 p.
26. Bussmann, R. W. 2003. Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco (Zamora- Chinchipe, Ecuador) zonación de la vegetación y regeneración natural. *Lyonia* 3(1): 57-72.
27. Bruzón, N. 2013. Rehabilitación de ecosistemas degradados por la minería a cielo abierto en la provincia de Holguín, Cuba. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 100 p.
28. Camacho, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Turrialba, CR. CATIE. 52 p.
29. Cantos, C. G. 2014. Caracterización estructural y propuesta de restauración del bosque nativo de la Comuna El Pital, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Machalilla, Ecuador. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 109 p.
30. Capote, R. y Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Rev. del Jardín Botánico Nacional*. 5(2): 27-75.
31. Capote, R.; Menéndez, L.; García, E. y Herrera, R. 1988. Sucesión Vegetal. Capítulo 12. Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario. Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba. Proyecto MAB No. 1, 1974-1987. 272-295 p.

32. Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T. e Braga, J. M. A. 2006. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. *Acta Botanica Brasilica* 20(3): 727-740.
33. CITMA. 1998. Guía para el diagnóstico de la situación ambiental de las Cuencas Hidrográficas de la República de Cuba. 12 p.
34. Chinchila, F. 2008. Dinámica de la vegetación a lo largo de gradientes ecológicos en el departamento de El progreso: implicaciones para el futuro (fase I). Tesis doctoral Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales –PUIRNA. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 167 p.
35. Chittibabu, C.V. and Parthasarathy, N. 2000. Attenuated tree species diversity in human-impacted tropical evergreen forest sites at Kolli hills, Eastern Ghats, India. *Biodiversity and Conservation*. 9: 1493-1519.
36. Cole, R.J.; Holl, K. D. and Zahawi, R. A. 2010. Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. *Ecol Appl*. 20:1255–1269.
37. Condit, R. 1998. Tropical forest census plots: methods and results from Barro Colorado Island, Panama and a comparison with other plots. Germany: Springer-Verlag. 300 p.
38. Condit, R.; Hubbell, S. P. y Lafrankie, J. V. 1996. Species-area and species-individual relationship for tropical trees: A comparison of three 50-ha plots. *Ecology* 84: 549-562.
39. Corrales, H. y Morejón, I. 2007. El bosque como fuente de productos naturales. *Agricultura Orgánica*. 1: 47-48.
40. Cortés, S. P. 2003. Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 25 (1): 119-137.
41. Da Croce, D. 1991. Caracterização espacial estrutural e fitossociológica da Reserva Genética Florestal de Caçador–SC, através da análise de componentes principais e sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria–RS, Santa Maria. 120 p.
42. Da Silva, F. e Marconi, L. 1990. Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo–PR. *Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba*, 20:23-38.
43. Danserau, P. 1957. Biogeography, an ecological perspective. Edit. The Ronald Press, New York. 902 p.
44. Dalling, J.; Muller-Landau, H.C.; Wright, J. and Hubbell S.P. 2002. Role of dispersal in the recruitment imitation of neotropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 90: 71-727.
45. Del Risco, E. 1995. Los bosques de Cuba. Su historia y característica. Editorial Científico Técnico, Ciudad de La Habana. 96 p.
46. Del Risco, E. 2005. Ecología, Fitogeografía y Tipología Forestal de las selvas, bosques y matorrales cubanos. Texto para la Maestría en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 165 p.
47. Denslow, J. S. 1995. Disturbance and diversity in tropical rain forests: The density effect. *Ecological Applications*. 5: 962-968.

48. Dutra, D. S. 2011. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. *Biotemas*. 24 (4): 49-58.
49. Espinosa, C. I.; Cabrera, O.; Escudero, A. and Luzuriaga, A. 2011. What Factors Affect Diversity and Species Composition of Endangered Tumbesian Dry Forests in Southern Ecuador. *Biotropica* 43:15-22. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2010.00665.x
50. Eupierre, H. 2008. Adecuación de la metodología de FFH al contexto sociocultural del sector campesino. El caso del río Caonao. Tesis (presentada en opción título académico de Máster en Agroecología) Universidad de Pinar del Río. 75 p.
51. FAO, 2005. Contribución de los bosques a los objetivos de desarrollo del milenio. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/pdf.7p>. Consulta septiembre de 2011. 7 p.
52. FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Principal. Estudios FAO; Montes 163. Roma, Italia. 108-150.
53. Feinsinger, P. 2003. El Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Edit. FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 155–157 p.
54. Finol, V. H. 1971. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*. 14(21): 29- 42.
55. Fontela, J. L. y Matienzo, Y. 2011. Hormigas invasoras y vagabundas de Cuba. *Fitosanidad* 15(4):253-259.
56. Frankie, G. W.; Baker, H. G. and Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology* 62: 881-919.
57. Fredericksen, T. 2011. Review Silviculture in Seasonally Dry Tropical Forest. Chapter 16. Eds. Günter, S.; Weber, M.; Stimm, B. and Mosandl, R. *Silviculture in the tropics*. 8: 239-260 p.
58. Galvão, F.; Roderjan, C.; Kuniyoshi, Y. e Ziller, S. 2002. Composição Florística e Fitossociologia de caxetais do litoral do Estado do Paraná-Brasil. *Floresta, Curitiba*. 32(1):17-39.
59. Garibaldi, C. 2008. Efectos de la extracción y uso tradicional de tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la península de Azuero, Panamá. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. 167 p.
60. Garzón H., E. 2001. Estudio poblacional de guayacán real (*Guaiaicum sanctum* L.) en el Parque Nacional Palo Verde y en Las Delicias de Garza, Guanacaste. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Ambientales). Escuela de Ciencias Ambientales. Costa Rica. 89 p.
61. Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.
62. Godinez, O. y López, L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales*

del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 73(2):283-314.

63. González, J. A. 2003. Aplicación de Análisis Multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y su hábitat: un ejemplo con Paseriformes Montanos no Forestales, *Ardiola*, 50 (1): 47-58.
64. González-Torres, L. R.; Rankin, R. y Palmarola, A. 2012. Plantas invasoras en Cuba. *Bissea* Vol. 6, Número especial 1, 132 p.
65. González, N.; Ramírez, N.; Camacho, M. y Rey, J. 2008. Restauración de bosques de montañas tropicales de territorio indígenas de Chiapas, México. en: Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi Prensa, México. 137-162 p.
66. Gotelli, N. J. and Colwel, R. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
67. Gotelli, N. J. and Entsminger, G. L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Disponible en: <http://homepages.together.net/gentsmin/ecosim.htm>
68. Grela, I. 2003. Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de Quebradas en el norte de Uruguay. *Acta Botanica Basilica*. 17(2): 315-324.
69. Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago. Ed. LUR. 691 p.
70. Hartshorn, G. S. and B. E. Hammel. 1994. Vegetation types and floristic patterns, In: L. McDade, K.S. Bawa, H. A. 73-89 p.
71. Hernández, F. 2010. Restauración de la diversidad vegetal arbórea de los bosques siempreverdes de la Reserva de la Biósfera Sierra del Rosario (RBSR), Pinar del Río, Cuba. Tesis (presentada en opción al título de Doctor en Ciencias) Programa de Doctorado Cooperado Desarrollo Sostenible: Manejo Forestal y Turístico. Universidad de Alicante, Universidad de Pinar del Río. 100 p.
72. Hernández, A. J.; Ascanio, M.O.; Cabrera, A. R.; Marisol Morales Díaz; Medina, N. B. y Rivero, L. B. 2003. Nuevos aportes a la Clasificación de Suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Cuba Instituto de Suelos (IS). Cuba. Área Biológica-Agropecuaria. Universidad Veracruzana (UV). México. Cuba, La Habana, Marzo del 2003.
73. Hernández, A. y Ascanio, M. 2006. Manual para la aplicación de la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Editorial Félix Varela, La Habana. 193 p.
74. Herrera, P. 2007. Flora y Vegetación. EN: González Alonso, H y Larramendi, J. A. Biodiversidad de Cuba. La Habana. Ed: Polymita. 313 p.
75. Herrera, P. 2010. Guía para una base de datos de especies riparias. Especies de Magnoliophyta (Magnoliatae & Liliatae) de hábitat riparios sobre suelos cársicos, derivados de calizas o de origen aluvial, no serpentiniticos ni cuarcíticos. 9 p.



76. Herrera, R.; Menéndez, L. y Valamajó, D. 1988. Las estrategias regenerativas, competitivas y sucesionales de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario. En: *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Proyecto MAB. No. 1, 1974-1987. 296- 326 p.
77. Herrero, E, J A. 2003. *Fajas Forestales Hidrorreguladoras*, Dirección Nacional Forestal MINAG, Cuba La Habana, 52 p.
78. Higuchi, N. Araujo, R. N. O.; Luizao, R. C.; Luizao, F. 2008. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian forest: effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management* 234: 85–96 p.
79. Hobbs, R. J. and Huenneke, L. F. 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6 (3): 324-327.
80. Hosokawa, R. T. 1982. Manejo sustentado de florestas naturais; aspectos económicos, ecológicos e sociais. Em: *Congresso Nacional sobre essências nativas, Campos do Jordão, 12 a 18/09/82, Anais... Silvicultura em Sao Paulo*, 16(3):1465-1472.
81. Holl, K. D. 2012. Tropical forest restoration. In: Van Andel J, Aronson J (Eds) *Restoration ecology*. Blackwell, Malden, 103–114 p.
82. Holl, K.; Loik, M.; Lin, E. and Samuels, I. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology* 8(4):339-349.
83. Holl, K. D.; Stout, V. M.; Reid, J. L. and Zahawi, R. A. 2013. Testing heterogeneity-diversity relationships in tropical forest restoration. *Oecologia* 173(2):569-578. DOI 10.1007/s00442-013-2632-9.
84. Holl, K. D.; Zahawi, R. A.; Cole, R. J.; Ostertag, R. and Cordell, S. 2011. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. *Restoration Ecology* 19: 470–479.
85. Hooper, E.; Legendre, P. and Condit, R. 2005. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. *Journal of Applied Ecology* 42: 1165–1174.
86. Higuchi, P.; Oliveira-Filho, A.; da Silva, A.; Mendonça, E. L.; dos Santos, R.; Salgado, D. 2008. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. *Revista Árvore*. 32(3): 417 –426.
87. Jayakumar, S.; Seong, S. K. and Joon, H. 2011. Floristic inventory and diversity assessment - a critical review. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences* 1(3-4):151-168.
88. Jarenkow, J. 1994. *Estudo fitossociológico comparativo entre duas áreas com Mata de Encosta no Rio Grande do Sul*. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade Federal de São Carlos. 125 p.
89. Jimenez, A. 2008. *Productos Forestales no Maderero en la comunidad Soroa, Sierra del Rosario, Candelaria, Pinar del Río*. Tesis (presentada en opción al título de Máster en Ciencia. Mención Agroecológica). Universidad de Pinar del Río. 86 p.
90. Jimenez, A. 2012. *Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario”, orientada a su conservación*. Tesis (presentada en opción al grado

científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 107 p.

91. Jimenez, A.; García, M.; Sotolongo, R.; González, M. y Martínez, M. 2010. Productos Forestales no Madereros en la Comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Centro Universitario Municipal San Cristóbal. Pinar del Río. Cuba. Revista Forestal Baracoa. 29 (2): 83-88.
92. Jongman, R. H. G.; Ter Braak, C. J. F. and van Tongeren, O. F. R. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge. En: McCune y Mefford, 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd-Version 4.17 MjM Software. Glenneden Beach, Oregon, USA.
93. Keels, S.; Gentry, A. and Spinzi, L. 1997. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, Volume 2. Washington: SI/MAB.
94. Kennard, D. K.; Gould, K. and Putz, F. E. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. Forest Ecology and Management 162: 197-208.
95. Kent, M. and Coker, P. 1994. Vegetation description and analysis. John Wiley and Sons Inc., Chichester.
96. Kimmins, J. P. 1997. Biodiversity and its relationship to ecosystem health and integrity. Forest Chronicle 73: 229-232.
97. Kellmann, M. C. 1975. Plant Geography. London, Mephuen, 135 p.
98. Kozera, C.; Dittrich, V.; Silva, S. 2006. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR, BR. Floresta, Curitiba, 36(2):225-237.
99. Kumar, A.; Gupta, A. K. and Marcot, B. G. 2002. Management of forests in India for biological diversity and forest productivity, a new perspective. Volume IV: Garo Hills Conservation Area (GCA). Wildlife Institute of India – USDA Forest Service collaborative project report, Wildlife Institute of India, Dehra Dun, India. 206 p.
100. Kumar, A.; Marcot, B. G. and Saxena, A. 2006. Tree species diversity and distribution patterns in tropical forests of Garo Hills. Current Science 91: 1370-1381.
101. Lamprecht, H. 1962. Ensayos sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana, 13(2), 57-65.
102. Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte Sur-Oriental del bosque universitario: "El Caimital", Estado Barinas. Revista Forestal Venezolana 7(10/11):77-119.
103. Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. por Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) 335 p.
104. Levine, J. M. and Murrell, D. J. 2003. The community-level consequences of seed dispersal patterns. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 34:549-574.
105. Lopes, W. P.; de Paula, A.; Sevilha, A. C. y da Silva, A. F. 2002. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim

- Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. Revista Árvore 26(3): 339-347.
106. Lores, Y. 2012. Tablas dendrométricas y dasométricas de *Calophyllum antillanum* Britton, *Carapa guianensis* Aubl., y *Andira inermis* Sw., en bosques pluvisilvas de montaña de Baracoa, provincia Guantánamo. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 99 p.
  107. Maginnis, S. y Jackson, W. 2005. Capítulo 2 ¿En qué consiste la RPF y cómo se diferencia de los métodos actuales? En: Restaurando el paisaje forestal. Introducción al arte y ciencia de la restauración de paisajes forestales. Serie Técnica OIMT No.23, 15-26 p.
  108. Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones España, Vedrá. 200 p.
  109. Martínez, D.; Núñez, A. y González, G. 2011. Consecuencias de la pérdida de la cobertura arbórea y el paisaje forestal en ecosistemas de manglar y manigua costera. Estrategia para su restablecimiento. Memorias 5to Congreso Internacional Forestal. ISBN 0138-6441.10 p.
  110. Matos, J. 2004. Propuesta metodológica para llevar a cabo la restauración de ecosistemas degradados. Disponible en: [www.ldia.org.do](http://www.ldia.org.do) Consultado 18 de mayo 2014.
  111. Melo, O. A. 2002. Evaluación de la dinámica sucesional de los ecosistemas boscosos ubicados en el Área Amortiguadora del Parque Natural Nacional los Nevados. Universidad del Tolima. Ibagué. 185 p.
  112. Melo, O.; Rodríguez, N. y Rojas, F. 2000. Patrones de arquitectura foliar asociados al crecimiento funcional de cinco especies leñosas nativas de la cordillera oriental utilizadas en restauración ecológica en la sabana de Bogotá. Colombia Forestal 15(1):119-130.
  113. Melo, O. y Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué. Universidad Del Tolima. 183 p.
  114. Mendes, L.; Caraciolo, R.; Aleixo, J. A.; de Souza, E.; Lira, A. e Ferraz, I. 2009. Utilização de técnicas multivariadas na classificação de fases de crescimento de *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit. Floresta 39(4):921–935.
  115. McCune, B. and Mefford, M. J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd-Versión 4.17 MjM Software. Glenneden Beach, Oregon, USA.
  116. Mitjans, B. 2005. Recuperación de la vegetación de galerías de la Cuenca del río Cuyaguaje. Evento Nacional, Guaní ciencia, Guane, Pinar del Río. Sin publicar. 15 p.
  117. Mitjans, B. 2012. Rehabilitación del bosque de rivera del río Cuyaguaje, en su curso medio. Estrategia participativa para su implementación. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 100 p.
  118. Mitjans, B.; Bonilla, M.; Suárez, A. G.; González, E. y González, M. 2011. Propuesta participativa para le rehabilitación del bosque de ribera del río Cuyaguaje. Memorias 5to Congreso Forestal. ISBN 0138-6441, ISBN versión electrónica: 2078-7235. 10 p.

119. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
120. Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Estado de regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. Documento Técnico 88. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 22 p.
121. Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons Ltd., New York. 547 p.
122. Narvaes, I. da S.; Brena, D. A.; Longhi, S. J. 2005. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal* 15(4): 331-342.
123. Negrelle, R.; Silva, F. 1992. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. No município de Caçador-SC. *Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba*, 24/25:37-54.
124. Nettesheim, F. C.; Menezes, L. F. T.; Carvalho, D. C.; Conde, M. S. e Araujo, D. S. 2010. Influência da variação ambiental sobre a fitogeografia do estrato arbóreo-arbustivo da Mata Atlântica em dois estados do sudeste brasileiro. *Acta Botanica Brasilica* 24(2): 369-377.
125. Noble, I. R. and Dirzo, R. 1997. Forests as human-dominated ecosystems. *Science* 277: 522-525.
126. Orozco, L. y Brumer, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 200 p.
127. Osorio, Y. 2013. Estructura y diversidad de la flora leñosa en un bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH). Tesis (en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales) Universidad de Pinar del Río. 39 p.
128. Oliveira-Filho, A. T. and Fontes, M. A. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-809.
129. Oviedo, R. 2005. Especies Invasoras en Cuba, consideraciones básicas. Disponible en: <http://www.ama.gov.co> Consultado 18 de mayo 2014.
130. Padalia, H.; Chauhan, N. and Porwal, M. C. 2004. Phytosociological observations on tree species diversity of Andaman Islands, India. *Current Science* 87: 799-806.
131. Palmer, M. 2003. Ordination Methods for Ecologists. Disponible en: <http://www.carex.osuunx.ucc.okstate.edu> Consultado junio de 2012.
132. Pérez, C. E; Vázquez, M. R; Martín, P. R. 2012. Restauración ecológica de algunos ecosistemas boscosos y arbustivos costeros de Ciego de Ávila, según mecanismos funcionales. *Revista Forestal Baracoa* Vol. 31(2):23-33.
133. Pérez, C. E; Vázquez, M. R; Martín, P. R. 2013. Restauración ecológica de ecosistemas boscosos y arbustivos montañosos de Najasa, según mecanismos funcionales. *Revista Forestal Baracoa* Vol. 32(1):67-74.
134. Phillips, O. L.; Martinez, R. V. and Vargas, P. N. 2003. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Tropical Ecology* 19: 629-645.

135. Pickett, S. and White, P. 1985. Natural disturbance and patchy dynamics. Academic Press, New York. 468 p.
136. Pitman, N. C. A.; Terborgh, J. W. and Silman, M.R. 2002. A comparison of tree species in two upper Amazonian forests. *Ecology* 83: 3210-3224.
137. Rangel, J. O. y Velázquez, A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch (ed.), *Diversidad Biótica II*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 59-87 p.
138. Reis, A.; Bechara, F. C. and Tres, D. R. 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola* 67: 244–250.
139. Rey Benayas, J. M.; Bullock, J. M. and Newton, A. C. 2008. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 329–336.
140. Reyes, O. J. 1998. Principales aspectos de la vegetación natural y la flora fanerógama en la cuenca del río Toa. *Canoa*, IV (1): 27-33.
141. Reyes, O. J. 2006. Clasificación de la vegetación de la Sierra Maestra. *Biodiversidad de Cuba Oriental* 8: 23–41.
142. Reyes, O. J. 2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 32-33: 59-71.
143. Reyes, O. J. y Acosta, F. 2005. Vegetación en Cuba: Parque Nacional: Alejandro de Humboldt: Rapid biological inventories, 14: 54-69.
144. Robinson, G. R. and Handel, S. N. 2000. Directing spatial patterns of recruitment during an experimental urban woodland reclamation. *Ecological Applications* 10: 174–188.
145. Rodríguez, M. Y. 2010. Estrategia de diversificación de la producción en el sistema agroforestal de la Empresa Café y Cacao “Yateras”, Guantánamo. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 107 p.
146. Rodríguez, Y. y Sánchez, J. 2005. Diseño sostenible para la recuperación y conservación de las Fajas Forestales Hidrorreguladoras del río Toa. Guantánamo “DEFOR 2005” Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba, 5-9 p.
147. Rodríguez, Y.; Sánchez, J. y Machado, G. 2004. Determinación de la estructura horizontal y vertical del bosque semicaducifolio sobre suelo calizo en la Empresa Flora y Fauna de la Provincia Guantánamo. Convención “Trópico 2004” Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba, 18 p.
148. Roig, M. J. T. 1965. *Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos*. Tercera Edición, Ampliada y Corregida. Editorial Nacional de Cuba. Editora del Consejo Nacional de Universidades. La Habana. Tomo I y II. 1142 p.
149. Rondon, R. M.; Kozera, C.; Andrade, R.; Cecy, A.; Hummes, A. Fritzsons, E.; Caldeira, M.; Maciel, M. e Souza, M. 2002a. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR. Brasil. *Floresta*, Curitiba, 32(1):3-16.
150. Rondon, R. M.; Watzlawick, L. F.; Winchler, M. V. e Schoeninger, S. E. 2002b. Análise florístico e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila

- mista montana, situado em Criúva, RS. Brasil. *Ciência Florestal* 2(1): 29-37.
151. Rosete, S.; Pérez, J.; Sánchez, O. y Rosa, R. 2011. Bosques de Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática (CITMA), Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), Ministerio de Educación Superior (MES) y Ministerio del Interior (MININT). La Habana, 241 p.
  152. Sagar, R.; Raghubanshi, A. S and Singh, J. S. 2003. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in a dry tropical forest region of India. *Forest Ecology and Management* 186: 61-71.
  153. Samaniego, E. 2015. Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales), Universidad de Pinar del Río, 102 p.
  154. Samek, V. 1973. Regiones Fitogeográficas de Cuba. Dpto. Ecología Forestal. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Forestal No. 15. Ediciones de la ACC. 63 p.
  155. Samek, V. 1974. Elementos de Silvicultura de los bosques latifolios. Editorial Científico-Técnica. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 291 p.
  156. Sánchez, J.; González, E.; Ferro, J.; Caraballo, O. y Brooks, J. 2012. Composición florística y endemismo de la faja forestal hidrorreguladora en el río Toa. *Memorias II Simposio Científico Internacional*. Pinar del Río.
  157. Sánchez, J.; González, E. y Ferro, J. 2014. Estructura de los bosques nativos en la cuenca hidrográfica del Toa y su relación con variables ambientales. *Revista Forestal Baracoa*, 33 (Número especial):293-305.
  158. Sayer, J.; Chokkalingam, U. and Poulsen, J. 2004. The restoration of forest biodiversity and ecological values. *Forest Ecology and Management* 201:3-11.
  159. SER, 2004. Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica. Society for Ecological Restoration (SER) Internacional. Grupo de trabajo sobre ciencia y política. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 p.
  160. Simeón, R, 2003. Situación ambiental de la cuenca del Toa. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA). Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 56 p.
  161. Soto, Y. 2003. Plan de Manejo en Sectores de la Cuenca Toa. Órgano de Montaña. 45 p.
  162. Schulz, J. P. 1967. La regeneración de la selva mesofítica tropical de Surinam después de su Aprovechamiento. *Bol. Inst. For. Latino-americano de Investigación y Capacitación*. 23: 3-27.
  163. Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. *Ecología Forestal*. AGT. Editor, S.A. 690 p.
  164. Sukumar, R.; Dattaraja, H. S. and Suresh, H. S. 1992. Long-term monitoring of vegetation in a tropical deciduous forest in Mudumalai, southern India. *Current Science* 62: 608-613.
  165. Ter Braak, C. J. and Prentice, I. C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18:271-289.
  166. Ter Braak, C.J. and Smilauer, P. 1998. *CANOCO. Reference Manual and*

- User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York. 351 p.
167. Ter Braak, C. J. and Verdonshot, F. M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods I Aquatic Ecology. Ecology Sciences 57: 255-286.
  168. Timilsina, D.; Ross, M. S. and Heinen, J. T. 2007. A community analysis of sal (*Shorea robusta*) forests in the western Terai of Nepal. Forest Ecology and Management (241): 223-234.
  169. Toh, I.; Gillespie, M. and Lamb, D. 1999. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. Restoration Ecology 7, 288–297.
  170. UNESCO, 1980: Ecosistemas de los bosques tropicales, Investigaciones sobre los recursos naturales. Madrid, España. 414 p.
  171. Valdés, O. 2002: Programa de Educación Ambiental para la cuenca Hidrográfica del Toa de las provincias Guantánamo y Holguín, Ciudad de la Habana, Cuba, 18 p.
  172. Vargas, O. 2007. Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque Altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 189 p.
  173. Vargas, O. 2008. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. En: Vargas, O. (Ed) Guía metodológica para restauración ecológica del bosque alto Andino. Universidad Nacional. Grupo de Restauración Ecológica. Bogotá DC. 17-29 p.
  174. Vargas, O. y Mora, F. 2007. La restauración ecológica, su contexto, definiciones y dimensiones. En: O Vargas (ed). Estrategias para la restauración ecológica del bosque Alto andino. Universidad de Nacional de Colombia. Editorial Rev. Conciencia. 14- 32 p.
  175. Vargas, O.; Reyes, S. P.; Gómez, P. A. y Díaz, J. E. 2010. Guías técnicas para la restauración ecológica de ecosistemas. Grupo de restauración ecológica. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
  176. Valverde B., O. 1998. Estructura forestal y patrones florísticos de dos bosques tropicales húmedos de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Brenesia 49/50: 39-60.
  177. Vázquez, C. y Guevara, S. 1985. Caracterización de los grupos ecológicos de los árboles de la selva húmeda. En: Gómez-Pompa, A. y Del Amo, S, (eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, D. F. Vol. 11, 67–78 p.
  178. Villarroel, D.; Catari, J. C.; Calderon, D.; Mendez, R.; Feldpausch, T. 2010. Estructura, composición y diversidad arbórea de dos áreas de Cerrado *sensu stricto* de la Chiquitanía. (Santa Cruz, Bolivia) Ecología en Bolivia 45(2):116-130.
  179. Vozzo, J. A. 2010. Manual de semillas de árboles tropicales. USDA. 887 p.
  180. Wadsworth, F.H. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710 p.
  181. Whitmore, T. C. 1999. An introduction to tropical rain forests. 2da. Edition.

Oxford University Press. New York. 282 p.

182. Wolda, H. 1981. Similarity indices, sample size and diversity. *Oecology* 50: 296-302.
183. Zahawi, R. A. and Augspurger, C. K. 2006. Tropical forest restoration: tree islands as recruitment foci in degraded lands of Honduras. *Ecol. Appl.* 16:464–478.
184. Zahawi, R. A.; Holl, K. D.; Cole, R. J. and Reid, J. L. 2013. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology* 50: 88–96.



# ANEXOS

## Anexos

Tabla 1 Detalles de las coordenadas UTM de la ubicación de las parcelas de muestreo de vegetación del bosque pluvial de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa

FID Shape * Id X Y Z			x	y	z
0	Point ZM	1	728.043.852	190.843.296	139.240.279
1	Point ZM	2	728.009.205	190.641.408	40.014.662
2	Point ZM	3	727.974.382	190.523.422	5.086.248
3	Point ZM	4	729.903.983	190.583.352	28.806.349
4	Point ZM	5	728.515.552	190.374.504	139.844.018
5	Point ZM	6	728.627.086	190.407.798	134.739.651
6	Point ZM	7	728.556.624	190.927.574	45.883.767
7	Point ZM	8	728.781.904	190.447.751	120.142.603
8	Point ZM	9	729.534.347	190.635.862	65.703.637
9	Point ZM	10	729.965.169	190.938.961	34.915.322
10	Point ZM	11	730.075.039	191.172.019	33.692.299
11	Point ZM	12	729.995.382	190.919.692	2.055.105
12	Point ZM	13	728.030.742	190.255.858	26.733.528
13	Point ZM	14	731.092.372	190.263.986	24.031.413
14	Point ZM	15	732.305.208	190.969.624	104.334.267
15	Point ZM	16	732.587.575	190.602.527	20.458.788
16	Point ZM	17	732774.3 19	191.570.377	39.262.391
17	Point ZM	18	733.796.226	191.679.912	12.555.425
18	Point ZM	19	728.981.123	191.095.709	60.661.921
19	Point ZM	20	729.409.688	191.163.974	21.198.648
20	Point ZM	21	729.703.583	191.438.789	20.061.524
21	Point ZM	22	730.237.609	191.685.713	78.916.645
22	Point ZM	23	730.592.365	191363.42	69.943.361
23	Point ZM	24	730.550.747	190.952.239	33.342.962
24	Point ZM	25	730.656.985	190.541.806	22.236.799
25	Point ZM	26	731.082.967	190.727.302	84.484.898
26	Point ZM	27	731.643.784	190.843.382	58.683.519
27	Point ZM	28	732.065.929	191631.9	33.496.243
28	Point ZM	29	732.270.687	191.074.226	46.655.896
29	Point ZM	30	732.276.929	190.843.296	27.676.955
30	Point ZM	31	732.822.619	192340.22	131.555.316
31	Point ZM	32	734.069.541	192.127.139	14.473.113
32	Point ZM	33	732.889.14 1	191.833.576	15.798.137
33	Point ZM	34	731.637.362	190.350.771	39.951.091
34	Point ZM	35	728948.128	190703.223	12.208.090
35	Point ZM	36	728948.128	190703.216	12.208.086
36	Point ZM	37	728948.119	190703.211	12.208.070

Tabla 2. Cantidad de especies por familias del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa

No.	Familias	Especies por familias
1	<i>Malvaceae</i>	1
2	<i>Meliaceae</i>	4
3	<i>Euphorbiaceae</i>	2
4	<i>Clusiaceaea</i>	2
5	<i>Arecaceae</i>	3
6	<i>Combretaceae</i>	2
7	<i>Myrtaceae</i>	3
8	<i>Anacardiaceae</i>	3
9	<i>Fabaceae</i>	5
10	<i>Rutaceae</i>	3
11	<i>Araliaceae</i>	2
12	<i>Sterculiaceae</i>	1
13	<i>Moraceae</i>	6
14	<i>Lauraceae</i>	4
15	<i>Sapindaceae</i>	1
16	<i>Rubiaceae</i>	1
17	<i>Caesalpinaceae</i>	1
18	<i>Sapotaceae</i>	2
19	<i>Verbenaceae</i>	1
20	<i>Piperaceae</i>	1
21	<i>Melastomataceae</i>	1
22	<i>Bombacaceae</i>	1
23	<i>Solanaceae</i>	1
24	<i>Simarubacea</i>	1
Total de especies por familias		52

Tabla 5 Estructura horizontal en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen derecho del río Toa, sector Quibiján-Naranjal del Toa

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIE%
	Aa.	Ar.%	Fa.	Fr.%	Da.	Dr.%	
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	80	11,28	12	6,19	6,130	14,72	32,19
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	29	4,09	7	3,61	5,329	12,78	20,48
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	69	9,73	10	5,15	1,272	3,05	17,94
<i>Jambosa vulgaris</i> DC	61	8,60	11	<b>5,67</b>	0,008	0,02	14,29
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	36	5,08	9	4,64	1,666	4,00	13,71
<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	30	4,23	6	3,09	2,602	6,24	13,56
<i>Roystonea regia</i> HBK	19	2,68	4	2,06	2,877	6,9	11,64
<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	44	6,21	10	5,15	0,070	9,19	11,55
<i>Terminalia catappa</i> L. Mant.	25	3,53	8	4,12	1,355	3,25	10,90
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	30	4,23	10	5,15	0,310	0,77	10,15
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne	24	3,39	6	3,09	1,404	3,37	9,84
<i>Didymopanax morototonii</i> Aubl. P	24	3,39	8	4,12	0,837	2,01	9,52
<i>Spondias mombin</i> L.	15	2,12	5	2,58	1,792	4,30	8,99
<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	19	2,68	3	1,55	1,749	4,20	8,42
<i>Ocotea leucoxydon</i> (Sw). Laness.	14	1,97	7	3,61	0,834	2,00	7,58
<i>Cecropia peltata</i> L	13	1,83	7	3,61	0,871	2,09	7,53
<i>Cedrela odorata</i> L.	10	1,41	3	1,55	1,497	3,59	6,55
<i>Purdiaea velutina</i> Britt.	15	2,12	6	3,09	0,537	1,29	6,50
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq	18	2,54	5	2,58	0,110	2,28	5,50
<i>Cocos nucifera</i> L.	11	1,55	1	0,52	0,996	2,39	4,45
<i>Pseudocopyva hymenifolia</i> Moric. Britt.	6	0,85	3	1,55	0,848	2,03	4,43
<i>Cupania americana</i> L.	8	1,13	3	1,55	0,688	1,65	4,33
<i>Zanthoxylum duplicipunctatum</i> C. Wright	6	0,85	3	1,55	0,716	1,72	4,11
<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	10	1,41	1	0,52	0,853	2,04	3,97
<i>Mangifera indica</i> L.	5	0,71	3	1,55	0,584	1,40	3,65
<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	8	1,13	4	2,06	0,153	0,37	3,56
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp.	5	0,71	2	1,03	0,737	1,77	3,50
<i>Casasia calophylla</i> A. Rich.	7	0,99	4	2,06	0,160	0,39	3,44
<i>Duranta arida</i> Britt.	4	0,56	2	1,03	0,666	1,60	3,19
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	7	0,99	2	1,03	0,397	0,95	2,97
<i>Guazuma tomentosa</i> Kunth.	5	0,71	2	1,03	0,490	1,18	2,91
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	5	0,71	3	1,55	0,248	0,60	2,85
<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	6	0,85	3	1,55	0,169	0,41	2,80
<i>Piper aduncum</i> L.	3	0,42	2	1,03	0,402	0,96	2,42
<i>Citrus aurantium</i> L.	1	0,14	1	0,52	0,636	1,52	2,18
<i>Ficus trigonata</i> L.	7	0,99	1	0,52	0,281	0,67	2,18
<i>Eucalyptus</i> sp.	4	0,56	2	1,03	0,190	0,46	2,05
<i>Cinnamomum parviflorum</i> (Nees.) Kosterm.	6	0,85	1	0,52	0,239	0,57	1,93
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	2	0,28	2	1,03	0,228	0,55	1,86
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth.	3	0,42	2	1,03	0,119	0,29	1,74
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	4	0,56	2	1,03	0,042	0,10	1,70
<i>Psidium guajava</i> L.	1	0,14	1	0,52	0,385	0,92	1,58
<i>Lonchocarpus domingensis</i> Pers.	3	0,42	2	1,03	0,052	0,13	1,58
<i>Brya ebenus</i> L.	3	0,42	1	0,52	0,036	0,09	1,03
<i>Simaruba laevis</i> Griseb.	1	0,14	1	0,52	0,066	0,16	0,81
<i>Ficus americana</i> Aubl.	1	0,14	1	0,52	0,013	0,03	0,69
<i>Solanum mammosum</i> L.	1	0,14	1	0,52	0,011	0,03	0,68
<i>Calyptrogyne occidentalis</i> (Sw.)	1	0,14	1	0,52	0,008	0,02	0,68
Total 48	709	100	194	100	41,70	100	300

**Legenda:** Aa: abundancia absoluta, Ar: abundancia relativa, Fa: frecuencia absoluta, Fr: frecuencia relativa, Da: dominancia absoluta, Dr: dominancia relativa, IVIE: índice de valor de importancia ecológica.

Tabla 6. Estructura horizontal en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen izquierdo del río Toa, sector Quibiján-Naranjal del Toa

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIE%
	Aa.	Ar.%	Fa.	Fr.%	Da.	Dr.%	
<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	15	1,88	6	2,83	2,5	<b>12,7</b>	17,42
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	67	<b>8,40</b>	11	5,19	0,5	2,63	16,22
<i>Guarea guara</i> Jac.	76	<b>9,52</b>	9	4,25	0,3	1,30	15,07
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	56	<b>7,02</b>	12	<b>5,66</b>	0,4	2,25	14,93
<i>Castilla elastica</i> Cerv.	71	<b>8,90</b>	9	<b>4,25</b>	0,3	1,56	14,70
<i>Sapium laurifolium</i> Griseb.	32	4,01	11	5,19	0,7	3,53	12,72
<i>Cecropia peltata</i> L.	26	3,26	9	4,25	0,9	<b>4,49</b>	<b>11,99</b>
<i>Ocotea leucoxylon</i> (Sw.) Laness.	52	<b>6,52</b>	4	<b>1,89</b>	0,6	3,21	11,61
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	31	3,88	10	4,72	0,4	2,20	10,81
<i>Didymopanax morototoni</i> Aubl.	23	2,88	5	2,36	1,0	<b>5,19</b>	10,43
<i>Guazuma tomentosa</i> Kunth.	22	2,76	11	5,19	0,4	2,11	10,06
<i>Roystonea regia</i> HBK.	35	4,39	6	2,83	0,5	2,77	9,99
<i>Terminalia catappa</i> L. Mant.	9	1,13	10	4,72	0,8	4,05	9,90
<i>Spondias mombin</i> L.	31	3,88	10	4,72	0,2	1,06	9,66
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	1	0,13	1	0,47	0,6	3,08	9,60
<i>Artocarpus communis</i> Forster.	26	3,26	5	2,36	0,8	3,99	9,60
<i>Purdiaea velutina</i> Britt.	15	1,88	4	1,89	0,7	3,55	7,32
<i>Ficus trigonata</i> L.	15	1,88	5	2,36	0,2	30,0	7,25
<i>Cupania americana</i> L.	17	2,13	6	2,83	0,3	1,70	6,66
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	14	1,75	8	3,77	0,1	0,76	6,29
<i>Cocos nucifera</i> L.	22	2,76	3	1,42	0,4	1,91	6,08
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	8	1,00	3	1,42	0,7	3,51	5,93
<i>Casasia calophylla</i> A. Rich.	19	2,38	3	1,42	0,4	2,03	5,83
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	13	1,63	4	1,89	0,4	2,17	5,68
<i>Gliricidia sepium</i> Jacq. Kunth.	1	0,13	1	0,47	0,9	4,70	5,30
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	15	1,88	5	2,36	0,2	1,04	5,27
<i>Cinnamomum parviflorum</i> (Nees) Kosterm.	10	1,25	7	3,30	0,1	0,65	5,21
<i>Pseudococcoloba hymenifolia</i> Moric. Britt.	1	0,13	1	0,47	0,8	4,10	4,70
<i>Artocarpus altis</i> Parkinson.	12	1,50	4	1,89	0,2	1,25	4,64
<i>Duranta arida</i> Britt.	14	1,75	5	2,36	0,1	0,46	4,57
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	7	0,88	5	2,36	0,2	1,12	4,36
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	9	1,13	4	1,89	0,2	1,23	4,24
<i>Dendropanax arboreus</i> L.	14	1,75	4	1,89	0,1	0,43	4,07
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	5	0,63	2	0,94	0,4	2,04	3,61
<i>Ficus americana</i> Aubl.	4	0,50	3	1,42	0,3	1,44	3,35
<i>Citrus aurantium</i> L. Sp.	3	0,38	1	0,47	0,4	2,19	3,04
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	3	0,38	2	0,94	0,3	1,69	3,01
<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	2	0,25	1	0,47	0,3	1,49	2,21
<i>Cedrela odorata</i> L.	3	0,38	2	0,94	0,2	0,83	2,15
<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	3	0,38	1	0,47	0,2	1,28	2,13
<i>Piper aduncum</i> L.	3	0,38	1	0,47	0,2	1,23	2,08
<i>Mangifera indica</i> L.	1	0,13	1	0,47	0,1	0,63	1,23
<i>Eucalyptus</i> sp.	3	0,38	1	0,47	0,0	0,25	1,10
Total 43	798	100	212	100	19,4	100	306

**Leyenda:** Aa: abundancia absoluta, Ar: abundancia relativa, Fa: frecuencia absoluta, Fr: frecuencia relativa, Da: dominancia absoluta, Dr: dominancia relativa, IVIE: índice de valor de importancia ecológica

Tabla 7. Estructura vertical en la estratificación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen derecho del río en el sector Quibiján-Naranjal del Toa

Especies	Estrato inferior de 0-10 m de altura		Estrato medio de 10,1-20 m de altura		Estrato superior mayor igual a 20 m de altura	
	No.	% SP	No.	% SP	No.	% SP
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	10	3,62	12	2,80	8	22,22
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	7	5,53	10	2,33	1	2,77
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC.	8	2,89	21	4,90	1	2,77
<i>Casasia calophylla</i> A. Rich.	2	0,72	4	0,93	0	0
<i>Sapium laurifolium</i> Grises.	18	6,52	22	5,14	4	1,11
<i>Terminalia catappa</i> L.	11	3,98	13	5,03	0	0
<i>Ocotea leucoxylon</i> Sw.	11	3,98	3	0,70	0	0
<i>Zanthoxylum martinicense</i> L.	8	2,89	25	5,84	3	8,33
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	13	4,71	55	12,28	1	2,77
<i>Mangifera indica</i> L.	1	0,36	4	0,93	0	0
<i>Dendropanax arboreus</i> L.	11	3,98	12	2,80	0	0
<i>Guarea guara</i> Jacq.	13	4,71	17	3,97	0	0
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	41	14,85	17	3,97	0	0
<i>Roystonea regia</i> HBK.	4	1,44	15	5,50	0	0
<i>Cecropia peltata</i> L.	2	0,72	2	0,46	1	2,77
<i>Ficus americana</i> Aubl.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Solanum mammosum</i> L.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Calyptranthes occidentales</i> Sw.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Didymopanax morototonii</i> Aubl.	16	5,79	18	4,20	0	0
<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	4	1,44	1	0,23	0	0
<i>Piper aduncum</i> L.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Guazuma tomentosa</i> Kunth.	5	1,81	0	0	0	0
<i>Brya ebenus</i> L.	3	0,08	0	0	0	0
<i>Clusia rosea</i> L.	4	1,44	10	2,33	1	2,77
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	5	1,81	6	1,40	0	0
<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0	2	0,46	3	8,33
<i>Spondias mombin</i> L.	2	0,72	10	2,33	3	8,33
<i>Cupania americana</i> L.	3	0,08	5	1,16	0	0
<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.	1	0,36	2	0,46	0	0
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1	0,36	17	3,97	10	27,77
<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	1	0,36	3	0,70	0	0
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	3	0,08	2	0,46	0	0
<i>Cocos nucifera</i> L.	3	0,08	8	0,86	0	0
<i>Eucalyptus</i> sp.	0	0	2	0,46	0	0
<i>Pseudocopyva hymenifolia</i> Moric.	0	0	6	1,40	0	0
<i>Citrus aurantium</i> L. Sp.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum duplicipunctatum</i> Wright.	1	0,36	3	0,70	0	0
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Ficus trigonata</i> L.	0	0	7	1,63	0	0
<i>Psidium guajava</i> L.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Duranta árida</i> Britt.	12	4,34	2	0,46	0	0
<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	4	1,44	2	0,46	0	0
<i>Lonchocarpus domingensis</i> Pers.	1	0,36	2	0,46	0	0
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	4	1,44	0	0	0	0
<i>Nectandra coriacea</i> Griseb.	4	1,44	6	1,40	0	0
<i>Simaruba laevis</i> Griseb.	1	0,36	0	0	0	0
<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	5	1,81	14	3,27	0	0
<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	0	0	6	1,40	0	0
Total	276	100	428	100	36	100

**Leyenda:** No.: Número de individuos.

Tabla 8. Estructura vertical en la estratificación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen izquierdo en el sector Quibiján-Naranjal del Toa

Especies	Estrato inferior de 0-10 m de altura		Estrato medio de 10,1-20 m de altu- ra		Estrato superior mayor igual a 20 m de altura	
	No.	% SP	No.	% SP	No.	% SP
<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	0	0	12	2,52	2	4
<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	0	0	3	0,63	0	0
<i>Calophyllum utile</i> Bisse .	15	6,52	36	7,56	0	0
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	16	6,95	37	7,77	17	34
<i>Didymopanax morototonii</i> Aubl.	11	4,78	12	2,52	0	0
<i>Cocos nucifera</i> L.	0	0	17	3,57	6	12
<i>Roystonea regia</i> HBK.	13	5,65	17	3,57	0	0
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	4	13,33	11	2,31	0	0
<i>Cecropia peltata</i> L.	5	2,17	19	3,99	3	6
<i>Castilla elastica</i> Cerv.	28	12,17	39	8,19	4	8
<i>Guarea guara</i> Jacq.	21	9,13	41	8,61	3	6
<i>Dendropanax arboreus</i> L.	9	3,91	4	0,84	0	0
<i>Cupania americana</i> L.	4	1,73	12	2,52	1	2
<i>Andira inermis</i> Wright.	1	0,43	7	1,47	0	0
<i>Spondias mombin</i> L.	3	1,30	23	4,83	5	10
<i>Sapium laurifolium</i> Griseb.	6	2,60	25	5,25	4	8
<i>Guazuma tomentosa</i> Kunth.	4	1,73	17	3,57	0	0
<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	2	0,86	5	1,05	1	2
<i>Ficus trigonata</i> L.	1	0,43	14	2,94	0	0
<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	2	0,86	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	2	0,86	1	0,21	0	0
<i>Cedrela odorata</i> L.	7	3,04	17	3,57	0	0
<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	2	0,86	5	1,05	2	4
<i>Terminalia catappa</i> L.	21	9,13	28	5,88	0	0
<i>Ocotea leucoxydon</i> Sw.	1	0,43	0	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	5	2,17	9	1,89	0	0
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4	1,73	9	1,89	1	2
<i>Duranta arida</i> Britt.	0	0	1	0,21	0	0
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	19	8,26	7	1,47	0	0
<i>Artocarpus communis</i> Forster.	0	0	1	0,21	1	2
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	4	1,73	8	1,68	0	0
<i>Artocarpus altalis</i> Fosberg.	0	0	3	0,63	0	0
<i>Citrus aurantium</i> Sp.	2	0,86	0	0	0	0
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	6	2,60	13	2,73	0	0
<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	4	1,73	4	0,84	0	0
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	2	0,86	6	1,26	0	0
<i>Pseudocopyva hymenifolia</i> Moric.	0	0	3	0,63	0	0
<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.	1	0,43	2	0,42	0	0
<i>Ficus americana</i> Aubl.	0	0	3	0,63	0	0
<i>Eucalyptus</i> sp.	0	0	4	0,84	0	0
<i>Piper aduncum</i> L.	1	0,43	0	0	0	0
<i>Casasia calophylla</i> Rich.	3	1,30	1	0,21	0	0
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	1	0,43	0	0	0	0
Total	230	100	476	100	50	100

**Leyenda:** No.: Número de individuos.

Tabla 10. Posición sociológica absoluta y relativa de las especies en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, cercano al margen derecho del río

Especies	Estrato inferior			Estrato medio			Estrato superior			psa	psr
	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi		
Hibiscus elatus Sw.	10	0,04	0,36	12	0,03	0,34	8	0,22	1,78	2,48	0,33
Acalypha diversifolia Jacq.	7	0,03	0,18	10	0,02	0,23	1	0,03	0,03	0,44	0,06
Andira inermis (W. Wright) DC.	8	0,03	0,23	21	0,05	1,03	1	0,03	0,03	1,29	0,17
Casasia calophylla A. Rich.	2	0,01	0,01	4	0,01	0,04	0	0,00	0,00	0,05	0,01
Sapium laurifolium Griseb.	18	0,07	1,17	22	0,05	1,13	4	0,11	0,44	2,75	0,37
Terminalia catappa L.	11	0,04	0,44	13	0,03	0,39	0	0,00	0,00	0,83	0,11
Ocotea leucoxylon Sw.	11	0,04	0,44	3	0,01	0,02	0	0,00	0,00	0,46	0,06
Zanthoxylum martinicense L.	8	0,03	0,23	25	0,06	1,46	3	0,08	0,25	1,94	0,26
Calophyllum utile Bisse.	13	0,05	0,61	55	0,13	7,07	1	0,03	0,03	7,71	1,04
Manguifera indica L.	1	0,00	0,00	4	0,01	0,04	0	0,00	0,00	0,04	0,01
Dendropanax arboreus L.	11	0,04	0,44	12	0,03	0,34	0	0,00	0,00	0,77	0,10
Guarea guara Jacq.	13	0,05	0,61	17	0,04	0,68	0	0,00	0,00	1,29	0,17
Jambosa vulgaris DC.	41	0,15	6,09	17	0,04	0,68	0	0,00	0,00	6,77	0,91
Roystonea regia HBK.	4	0,01	0,06	15	0,04	0,53	0	0,00	0,00	0,58	0,08
Cecropia peltata L.	2	0,01	0,01	2	0,00	0,01	1	0,03	0,03	0,05	0,01
Ficus americana Aubl.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Solanum mammosum L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Calypstrogyne occidentales Sw.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Didymopanax morototonii Aubl.	16	0,06	0,93	18	0,04	0,76	0	0,00	0,00	1,68	0,23
Nectandra membranacea Griseb.	4	0,01	0,06	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,06	0,01
Piper aduncum L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Guazuma tomentosa Kunth.	5	0,02	0,09	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,09	0,01
Brya ebenus L.	3	0,01	0,03	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,03	0,00
Clusia rosea L.	4	0,01	0,06	10	0,02	0,23	1	0,03	0,03	0,32	0,04
Ochroma pyramidale Urb.	5	0,02	0,09	6	0,01	0,08	0	0,00	0,00	0,17	0,02
Cedrela odorata L.	0	0,00	0,00	2	0,00	0,01	3	0,08	0,25	0,26	0,04
Spondias mombin L.	2	0,01	0,01	10	0,02	0,23	3	0,08	0,25	0,50	0,07
Cupania americana L.	3	0,01	0,03	5	0,01	0,06	0	0,00	0,00	0,09	0,01
Gliricidia sepium Jacq.	1	0,00	0,00	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,01	0,00
Carapa guianensis Aubl.	1	0,00	0,00	17	0,04	0,68	10	0,28	2,78	3,46	0,47
Tabebuia dubia Britt.	1	0,00	0,00	3	0,01	0,02	0	0,00	0,00	0,02	0,00
Chrysophyllum oliviforme L.	3	0,01	0,03	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,04	0,01
Cocos nucifera L.	3	0,01	0,03	8	0,02	0,15	0	0,00	0,00	0,18	0,02
Eucalyptus sp.	0	0,00	0,00	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,01	0,00
Pseudococpayva hymenifolia Moric.	0	0,00	0,00	6	0,01	0,08	0	0,00	0,00	0,08	0,01
Citrus aurantium L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Zanthoxylum duplicipunctatum Wright.	1	0,00	0,00	3	0,01	0,02	0	0,00	0,00	0,02	0,00
Ehretia tinifolia L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ficus trigonata L.	0	0,00	0,00	7	0,02	0,11	0	0,00	0,00	0,11	0,02
Psidium guajava L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Duranta arida Britt.	12	0,04	0,52	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,53	0,07
Dipholis jubilla Urb.	4	0,01	0,06	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,07	0,01
Lonchocarpus domingensis Pers.	1	0,00	0,00	2	0,00	0,01	0	0,00	0,00	0,01	0,00
Comocladia dentata Jacq.	4	0,01	0,06	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,06	0,01
Nectandra coriaceae Griseb.	4	0,01	0,06	6	0,01	0,08	0	0,00	0,00	0,14	0,02
Simaruba laevis Griseb.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchenavia capitata Valh.	5	0,02	0,09	14	0,03	0,46	0	0,00	0,00	0,55	0,07
Cinnamomum parviflorum Kosterm.	0	0,00	0,00	6	0,01	0,08	0	0,00	0,00	0,08	0,01
	48	276	1,00	10,00	276,00	428	36	1,00	36,00	740,00	100,00
					32		10				
					20.83	66.67	20.83				

**Leyenda:** **PSa:** posición sociológica absoluta, **PSr:** posición sociológica relativa, **ni:** número de árboles del estrato i, **vfi:** valor fitosociológico del estrato i



Tabla 11. Posición sociológica absoluta y relativa de las especies en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, cercano al margen izquierdo del río

Especies	Estrato inferior			Estrato medio			Estrato superior			psa	psr
	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi	ni	vfi	ni*vfi		
<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	0	0	0,00	12	0,03	0,30	2	0,04	0,08	0,38	0,77
<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	0	0	0,00	3	0,01	0,02	0	0	0	0,02	0,04
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	15	0,07	0,98	36	0,08	2,72	0	0	0	3,70	7,40
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	16	0,07	1,11	37	0,08	2,88	17	0,34	5,78	9,77	19,54
<i>Didymopanax morototonii</i> Aubl.	11	0,05	0,53	12	0,03	0,30	0	0	0	0,83	1,66
<i>Cocos nucifera</i> L.	0	0,00	0,00	17	0,04	0,61	6	0,12	0,72	1,33	2,65
<i>Roystonea regia</i> HBK.	13	0,06	0,73	17	0,04	0,61	0	0	0	1,34	2,68
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	4	0,02	0,07	11	0,02	0,25	0	0	0	0,32	0,65
<i>Cecropia peltata</i> L.	5	0,02	0,11	19	0,04	0,76	3	0,06	0,18	1,05	2,09
<i>Castilla elastica</i> Cerv.	28	0,12	3,41	39	0,08	3,20	4	0,08	0,32	6,92	13,85
<i>Guarea guara</i> Jacq.	21	0,09	1,92	41	0,09	3,53	3	0,06	0,18	5,63	11,26
<i>Dendropanax arboreus</i> L.	9	0,04	0,35	4	0,01	0,03	0	0	0	0,39	0,77
<i>Cupania americana</i> L.	4	0,02	0,07	12	0,03	0,30	1	0,02	0,02	0,39	0,78
<i>Andira inermis</i> Wright.	1	0,00	0,00	7	0,01	0,10	0	0	0	0,11	0,21
<i>Spondias mombin</i> L.	3	0,01	0,04	23	0,05	1,11	5	0,1	0,5	1,65	3,30
<i>Sapium laurifolium</i> Griseb.	6	0,03	0,16	25	0,05	1,31	4	0,08	0,32	1,79	3,58
<i>Guazuma tomentosa</i> Kunth.	4	0,02	0,07	17	0,04	0,61	0	0	0	0,68	1,35
<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	2	0,01	0,02	5	0,01	0,05	1	0,02	0,02	0,09	0,18
<i>Ficus trigonata</i> L.	1	0,00	0,00	14	0,03	0,41	0	0	0	0,42	0,83
<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	2	0,01	0,02	0	0,00	0,00	0	0	0	0,02	0,03
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	2	0,01	0,02	1	0,00	0,00	0	0	0	0,02	0,04
<i>Cedrela odorata</i> L.	7	0,03	0,21	17	0,04	0,61	0	0	0	0,82	1,64
<i>Zanthoxylum martinicense</i> Lam.	2	0,01	0,02	5	0,01	0,05	2	0,04	0,08	0,15	0,30
<i>Terminalia catappa</i> L.	21	0,09	1,92	28	0,06	1,65	0	0	0	3,56	7,13
<i>Ocotea leucoxydon</i> Sw.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,01
<i>Mangifera indica</i> L.	5	0,02	0,11	9	0,02	0,17	0	0	0	0,28	0,56
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4	0,02	0,07	9	0,02	0,17	1	0,02	0,02	0,26	0,52
<i>Duranta arida</i> Britt.	0	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00
<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	19	0,08	1,57	7	0,01	0,10	0	0	0	1,67	3,35
<i>Artocarpus communis</i> Forster.	0	0,00	0,00	1	0,00	0,00	1	0,02	0,02	0,02	0,04
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	4	0,02	0,07	8	0,02	0,13	0	0	0	0,20	0,41
<i>Artocarpus altalis</i> Fosberg.	0	0,00	0,00	3	0,01	0,02	0	0	0	0,02	0,04
<i>Citrus aurantium</i> L.	2	0,01	0,02	0	0,00	0,00	0	0	0	0,02	0,03
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb.	6	0,03	0,16	13	0,03	0,36	0	0	0	0,51	1,02
<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	4	0,02	0,07	4	0,01	0,03	0	0	0	0,10	0,21
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	2	0,01	0,02	6	0,01	0,08	0	0	0	0,09	0,19
<i>Pseudocopayva hymenifolia</i> Moric.	0	0,00	0,00	3	0,01	0,02	0	0	0	0,02	0,04
<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.	1	0,00	0,00	2	0,00	0,01	0	0	0	0,01	0,03
<i>Ficus americana</i> Aubl.	0	0,00	0,00	3	0,01	0,02	0	0	0	0,02	0,04
<i>Eucalyptus</i> sp.	0	0,00	0,00	4	0,01	0,03	0	0	0	0,03	0,07
<i>Piper aduncum</i> L.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,01
<i>Casasia calophylla</i> Rich.	3	0,01	10,00	0,04	1	0,00	0,00	0	0	0,04	0,08
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	1	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,01
	43	230	23,26	476			50	1	50	50,00	100,00
				29	13	13					
				67,44	30,23	30,23					

**Leyenda:** **PSa:** posición sociológica absoluta, **PSr:** posición sociológica relativa, **ni:** número de árboles del estrato i, **vfi:** valor fitosociológico del estrato i

Tabla 13. Especies inventariadas en las categorías de diseminado, brinzal bajo y brinzal alto del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen derecho, ordenadas de forma descendente

Diseminado	AA	Brinzal bajo	AA	Brinzal alto	AA
Clase I plantas naciente hasta la terminación de las repoblaciones		Clase I h $\geq 1,5$ hasta el comienzo del cierre de las copas		Clase II d(1,3) = 5 cm	
<i>Calophyllum utile</i>	835	<i>Calophyllum utile</i>	714	<i>Calophyllum utile</i>	220
<i>Andira inermis</i>	639	<i>Acalypha diversifolia</i>	714	<i>Acalypha diversifolia</i>	22
<i>Jambosa vulgaris</i>	584	<i>Dendropanax arboreus</i>	588	<i>Cupania americana</i>	124
<i>Spondias mombin</i>	546	<i>Andira inermis</i>	492	<i>Solanum mammosum</i>	98
<i>Hibiscus elatus</i>	492	<i>Jambosa vulgaris</i>	440	<i>Brya ebenus</i>	12
<i>Terminalia catappa</i>	357	<i>Terminalia catappa</i>	440	<i>Clusia rosea</i>	79
<i>Dendropanax arboreus</i>	279	<i>Hibiscus elatus</i>	346	<i>Ehretia tinifolia</i>	56
<i>Ehretia tinifolia</i>	209	<i>Cecropia peltata</i>	209	<i>Ochroma pyramidale</i>	54
<i>Clusia rosea</i>	192	<i>Guarea guara</i>	191	<i>Mangifera indica</i>	15
<i>Ochroma pyramidale</i>	189	<i>Ehretia tinifolia</i>	178	<i>Spondias mombin</i>	14
<i>Guarea guara</i>	172	<i>Clusia rosea</i>	164	<i>Dendropanax arboreus</i>	64
<i>Brya ebenus</i>	170	<i>Mangifera indica</i>	164	<i>Cecropia peltata</i>	155
<i>Acalypha diversifolia</i>	134	<i>Cupania americana</i>	87	<i>Cedrela odorata</i>	64
<i>Cupania americana</i>	111	<i>Cedrela odorata</i>	75	<i>Didymopanax morototonii</i>	42
<i>Carapa guianensis</i>	101	<i>Sapium laurifolium</i>	65	<i>Carapa guianensis</i>	64
<i>Cedrela odorata</i>	93	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	43	<i>Sapium laurifolium</i>	67
<i>Ficus trigonata</i>	63	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	39	<i>Ocotea leucoxylon</i>	45
<i>Solanum mammosum</i>	57	<i>Solanum mammosum</i>	35	<i>Eugenia sp</i>	46
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	46	<i>Didymopanax morototonii</i>	31	<i>Buchenavia capitata</i>	112
<i>Buchenavia capitata</i>	43	<i>Ochroma pyramidale</i>	27	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	95
<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	41	<i>Carapa guianensis</i>	25	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	42
<i>Sapium laurifolium</i>	36	<i>Comocladia dentata</i>	25	<i>Comocladia dentata</i>	12
<i>Swietenia macrophylla</i>	36	<i>Brya ebenus</i>	24	<i>Tabebuia dubia</i>	66
<i>Didymopanax morototonii</i>	33	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	20	<i>Nectandra coriaceae</i>	52
<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	25	<i>Tabebuia dubia</i>	15	<i>Ficus trigonata</i>	56
<i>Cinnamomum parviflorum</i>	25	<i>Nectandra coriaceae</i>	14	<i>Simaruba laevis</i>	23
<i>Cecropia peltata</i>	22	<i>Spondias mombin</i>	13	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	49
<i>Mangifera indica</i>	18	<i>Swietenia macrophylla</i>	10	<i>Swietenia macrophylla</i>	61
<i>Comocladia dentata</i>	18	<i>Simaruba laevis</i>	4	<i>Guarea guara</i>	54
<i>Nectandra coriaceae</i>	17	<i>Eugenia sp</i>	3	<i>Andira inermis</i>	57
<i>Eugenia sp</i>	15	<i>Buchenavia capitata</i>	1	<i>Hibiscus elatus</i>	156
<i>Ocotea leucoxylon Sw</i>	4	<i>Ocotea leucoxylon</i>	0	<i>Jambosa vulgaris</i>	159
<i>Simaruba laevis</i>	3	<i>Ficus trigonata</i>	0	<i>Terminalia catappa</i>	152
<i>Tabebuia dubia</i>	0	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	0	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	113
Suma	5605	Suma	5196	Suma	2500

Tabla 14. Especies inventariadas en las categorías de diseminado, brinzal bajo y brinzal alto del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico cercano al margen izquierdo, ordenadas de forma descendente

Diseminado	AA	Brinzal bajo	AA	Brinzal alto	AA
Clase I plantas nacientes hasta la terminación de las repoblaciones		Clase I h $\geq 1,5$ hasta el comienzo del cierre de las copas		Clase II d(1,3) = 5 cm	
<i>Guarea guara</i>	799	<i>Guarea guara</i>	700	<i>Calophyllum utile</i>	160
<i>Spondias mombin</i>	506	<i>Calophyllum utile</i>	297	<i>Jambosa vulgaris</i>	159
<i>Calophyllum utile</i>	412	<i>Terminalia catappa</i>	204	<i>Hibiscus elatus</i>	156
<i>Castilla elastica</i>	301	<i>Hibiscus elatus</i>	172	<i>Cecropia peltata</i>	155
<i>Hibiscus elatus</i> S	253	<i>Spondias mombin</i>	120	<i>Terminalia catappa</i>	152
<i>Terminalia catappa</i>	229	<i>Jambosa vulgaris</i>	112	<i>Cupania americana</i>	124
<i>Guazuma tomentosa</i>	176	<i>Castilla elastica</i>	104	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	113
<i>Jambosa vulgaris</i>	130	<i>Didymopanax morototonii</i>	98	<i>Buchenavia capitata</i>	112
<i>Didymopanax morototonii</i>	127	<i>Guazuma tomentosa</i>	88	<i>Solanum mammosum</i>	98
<i>Buchenavia capitata</i>	121	<i>Ocotea leucoxylon</i>	71	<i>Zanthoxylum martinicense</i>	95
<i>Carapa guianensis</i>	108	<i>Mangifera indica</i>	71	<i>Clusia rosea</i>	79
<i>Mangifera indica</i>	106	<i>Buchenavia capitata</i>	59	<i>Artocarpus altilis</i>	75
<i>Cedrela odorata</i>	81	<i>Cedrela odorata</i>	41	<i>Sapium laurifolium</i>	67
<i>Swietenia macrophylla</i>	69	<i>Cupania americana</i>	33	<i>Nectandra coriacea</i>	66
<i>Dipholis jubilla</i>	57	<i>Tabebuia dubia</i>	26	<i>Cedrela odorata</i>	64
<i>Cupania americana</i>	44	<i>Swietenia macrophylla</i>	25	<i>Carapa guianensis</i>	64
<i>Acalypha diversifolia</i>	42	<i>Clusia rosea</i>	15	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	57
<i>Tabebuia dubia</i>	40	<i>Sapium laurifolium</i>	14	<i>Andira inermis</i>	57
<i>Sapium laurifolium</i>	36	<i>Dendropanax arboreus</i>	13	<i>Ehretia tinifolia</i>	56
<i>Ochroma pyramidale</i>	36	<i>Artocarpus communis</i>	13	<i>Simaruba laevis</i>	56
<i>Dendropanax arboreus</i>	31	<i>Cecropia peltata</i>	13	<i>Ochroma pyramidale</i>	54
<i>Clusia rosea</i>	31	<i>Ochroma pyramidale</i>	12	<i>Guarea guara</i>	54
<i>Cecropia peltata</i>	24	<i>Carapa guianensis</i>	11	<i>Ficus trigonata</i>	52
<i>Artocarpus communis</i>	22	<i>Artocarpus altilis</i>	10	<i>Swietenia macrophylla</i>	49
<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	18	<i>Nectandra coriacea</i>	9	<i>Eugenia sp</i>	46
<i>Cinnamomum parviflorum</i>	18	<i>Acalypha diversifolia</i>	9	<i>Ocotea leucoxylon</i>	45
<i>Artocarpus altilis</i>	16	<i>Dipholis jubilla</i>	7	<i>Didymopanax morototonii</i>	42
<i>Andira inermis</i>	12	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	7	<i>Comocladia dentata</i>	42
<i>Gliricidia sepium</i>	8	<i>Andira inermis</i>	4	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	23
<i>Ocotea leucoxylon</i>	7	<i>Gliricidia sepium</i>	4	<i>Acalypha diversifolia</i>	22
<i>Nectandra coriacea</i>	6	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	2	<i>Mangifera indica</i>	15
<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	6	<i>Ehretia tinifolia</i>	0	<i>Spondias mombin</i>	14
<i>Ehretia tinifolia</i>	2	<i>Casasia calophylla</i>	0	<i>Brya ebenus</i>	12
<i>Casasia calophylla</i>	0	<i>Chrysophyllum oliviforme</i>	0	<i>Tabebuia dubia</i>	12
Suma	3899		2364		2447

Tabla 17. Análisis según resultados del laboratorio provincial de suelos de Guantánamo (2014-2015) y base de datos del mapa 1:25 000

Muestra	pH KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg.100g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg.100g <sup>-1</sup>	MO %
1	6,05	1,00	1,00	6,74
2	6,17	1,80	2,12	8,94
3	4,89	1,60	2,88	4,62
4	4,84	1,80	1,16	4,78
5	5,90	2,00	3,78	4,62
6	4,15	1,60	3,10	4,30
7	4,18	1,60	4,16	4,50
8	4,60	1,80	3,50	4,00
9	4,70	1,80	2,80	3,98
10	4,55	1,75	3,00	4,01
11	4,70	1,60	3,50	4,01
12	5,23	1,56	4,94	4,96
13	3,75	1,80	3,44	4,06
14	4,47	0,89	4,30	4,44
15	4,58	1,60	5,17	4,62
16	4,38	1,60	3,80	4,60
17	4,50	2,60	4,65	3,70
18	4,45	1,87	3,48	4,06
19	3,80	0,90	3,78	4,32
20	4,00	1,02	3,30	4,30
21	4,18	1,06	3,16	4,30
22	3,75	1,00	4,00	2,50
23	3,75	1,02	4,01	3,00
24	3,75	1,02	4,02	2,85
25	4,02	1,03	4,00	3,00
26	4,00	2,01	3,87	3,02
27	3,75	2,01	3,87	3,05
28	3,75	2,00	3,29	4,00
29	4,50	1,16	4,00	4,15
30	4,50	1,15	4,00	4,15
31	4,60	1,15	4,00	4,15
32	4,60	1,15	4,16	4,00
33	4,15	1,15	4,15	4,80
34	4,18	1,60	4,15	4,62
35	4,68	1,35	4,15	4,51
36	4,96	1,25	4,16	4,15

Tabla 19 Resumen dasométrico general de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación al aplicar la Regla de Schulz

Parcelas	Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
1	<i>Hibiscus elatus</i>	10	39,6	19,7	25,6	208,9	200	162	362	Adecuada
	<i>Andira inermis</i>	5	33	17,6	9,8	72,6	100	241	341	
	<i>Calophyllum utile</i>	7	29,7	16,29	12,5	86,8	140	245	385	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								1088	
2	<i>Guarea guara</i>	8	49,3	7,3	25,9	104,3	160	9	169	Adecuada
	<i>Calophyllum utile</i>	6	44	12,5	12,9	72	120	3	123	
	<i>Andira inermis</i>	7	14,8	9,75	1,4	7,1	140	22	162	
	<i>Nectandra membranacea</i>	18	12	8	0,5	1,9	360	0	360	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								814	
3	<i>Calophyllum utile</i>	9	36	10,9	14,6	79,1	180	200	380	Adecuada
	<i>Clusia rosea</i>	21	10	5	0,2	0,5	420	164	584	
	<i>Andira inermis</i>	13	45,5	10	8,4	42,5	260	235	495	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								1459	
4	<i>Cedrela odorata</i>	5	55,6	20,6	27,7	235,4	100	24	124	Incompleta
	<i>Guarea guara</i>	3	47	13	11,7	67,1	60	0	60	
	<i>Hibiscus elatus</i>	8	29,5	15,5	11,9	79,6	160	13	173	
	<i>Carapa guianensis</i>	5	43,2	21,6	15,1	134,1	100	29	129	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								489	
5	<i>Calophyllum utile</i>	5	34,6	11	11,17	63,7	100	84	184	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i>	2	16	11	0,8	4,5	40	0	40	
	<i>Hibiscus elatus</i>	3	27	15	3,5	23	60	29	89	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								313	
6	<i>Calophyllum utile</i>	26	21,5	14	20,3	123,7	520	91	611	Incompleta
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								611	
7	<i>Pseudocopyva hymenifolia</i>	2	52	13,5	13	77,4	40	0	40	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i>	6	20,7	13	4,3	24,8	120	6	126	
	<i>Guarea guara</i>	3	25,3	8,7	4,5	20,3	60	19	79	
	<i>Clusia rosea</i>	1	29	15	1,3	8,6	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i>	1	90	12	12,7	74,4	20	0	20	
	<i>Andira inermis</i>	2	14,5	10,5	0,7	3,5	40	2	42	
	<i>Nectandra membranacea</i>	1	50	6	3,9	13,8	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								347	
8	<i>Clusia rosea</i>	1	33	24	1,7	16,6	20	0	20	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i>	3	22	13,3	2,3	13,5	60	0	60	
	<i>Andira inermis</i>	2	24,5	15,5	1,9	12,6	40	83	123	
	<i>Calophyllum utile</i>	1	21	14	0,7	4,2	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								223	

Tabla 19 Resumen dasométrico de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación de la parcela con la aplicación de la Regla de Schulz (continuación...)

Parcelas	Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m2/ha)	V (m3/ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
9	<i>Hibiscus elatus</i>	23	23,43	15,43	29,5	196,1	460	39	499	Incompleta
	<i>Carapa guianensis</i>	6	7,33	20	35,8	296,7	120	3	123	
	<i>Andira inermis</i>	1	8	7	10	39,2	20	0	20	
	<i>Guarea guara</i>	1	12	9	0,2	1,1	20	2	22	
	<i>Calophyllum utile</i>	2	16	11,5	0,8	4,6	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								704	
10	<i>Hibiscus elatus</i>	3	26	14,33	2,4	21,1	60	8	68	Incompleta
	<i>Andira inermis</i>	8	19	14,75	4,7	30	160	13	173	
	<i>Clusia rosea</i>	1	30	16	1,4	9,7	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i>	2	12	11,5	10,4	59,1	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								301	
11	<i>Calophyllum utile</i>	7	25	12,83	12,3	70,3	140	3	143	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i>	1	11	15	0,2	1,2	20	13	33	
	<i>Andira inermis</i>	2	13,5	12,5	0,6	3,4	40	61	101	
	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	1	15	13	0,4	2	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								297	
12	<i>Hibiscus elatus</i>	11	35,4	13,9	32,2	196,2	220	31	251	Incompleta
	<i>Carapa guianensis</i>	4	41,5	21,8	12	106,7	80	6	86	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								337	
13	<i>Buchenavia capitata</i>	8	33	15,43	14,8	71	160	11	171	Incompleta
	<i>Dipholis jubilla</i>	3	21	13,3	2,3	13,6	60	0	60	
	<i>Clusia rosea</i>	4	22	14,75	3,1	19,6	80	0	80	
	<i>Tabebuia dubia</i>	2	19	14,5	1,2	7,3	40	0	40	
	<i>Calophyllum utile</i>	3	36	12	10,7	62,7	60	53	113	
	<i>Nectandra membranacea</i>	2	13,5	9	0,6	2,8	40	0	40	
	<i>Andira inermis</i>	1	13	10	0,3	1,3	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								524	
14	<i>Buchenavia capitata</i>	9	21	12,75	7,2	41	180	38	218	Incompleta
	<i>Clusia rosea</i>	7	16	11,86	3,1	17,8	140	0	140	
	<i>Calophyllum utile</i>	5	32	13,2	14,7	58,9	100	52	152	
	<i>Andira inermis</i>	3	17	12,67	1,4	8	60	0	60	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								570	
15	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	6	22	14,83	4,8	30,7	120	7	127	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i>	1	17	10	0,5	2,3	20	0	20	
	<i>Hibiscus elatus</i>	1	24	15	0,9	5,9	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i>	4	36,3	16	8,3	57,1	80	10	90	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								257	
16	<i>Dipholis jubilla</i>	3	15	9,33	1,1	5,1	60	0	60	Incompleta
	<i>Pseudocopayva hymenifolia</i>	3	26,7	13,33	3,6	21,1	60	12	72	
	<i>Buchenavia capitata</i>	2	50,5	14	12,9	79	40	0	40	
	<i>Cedrela odorata</i>	1	22	14	0,8	4,7	20	7	27	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								199	

Tabla 19 Resumen dasométrico de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación de la parcela con la aplicación de la Regla de Schulz (continuación...)

Parcelas	Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
17	<i>Guarea guara</i>	8	15,8	10,63	3,4	17,8	160	9	169	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i>	3	25	14,33	3	18,9	60	54	114	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								283	
18	<i>Hibiscus elatus</i>	8	22,8	14,1	6,7	41,4	160	9	169	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i>	3	15	9	1,1	5,1	60	0	60	
	<i>Carapa guianensis</i>	6	35,2	16	12,1	82,9	120	16	136	
	<i>Guarea guara</i>	9	21,2	11,7	6,5	37	180	78	258	
	<i>Cedrela odorata</i>	4	15	9,5	1,5	7,2	80	0	80	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								703	
19	<i>Buchenavia capitata</i>	4	68,75	20,25	33,4	279,5	80	31	111	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i>	3	41,33	17,33	8,2	60,1	60	26	86	
	<i>Calophyllum utile</i>	3	42,67	17,33	8,6	62,8	60	44	104	
	<i>Hibiscus elatus</i>	3	27,33	14,67	3,6	23,2	60	14	74	
	<i>Clusia rosea</i>	3	24	13	2,8	16,3	60	0	60	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								435	
20	<i>Guarea guara</i>	8	25	7,88	12,3	52,4	160	54	214	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	1	60	6	5,7	19,8	20	18	48	
	<i>Andira inermis</i>	1	15	11	0,4	1,9	20	0	20	
	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	1	50	7	3,9	15,3	20	0	20	
	<i>Nectandra membranacea</i>	2	14,5	7,5	0,7	2,7	40	11	51	
	<i>Cedrela odorata</i>	1	12	16	0,2	1,1	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								373	
21	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	5	40	16	13,5	92,2	100	0	100	Incompleta
	<i>Guarea guara</i>	2	44	7,5	6,2	25,4	40	60	100	
	<i>Cedrela odorata</i>	2	38,5	17,5	4,7	34,4	40	0	40	
	<i>Andira inermis</i>	1	23	17,5	0,8	6,1	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								260	
22	<i>Guarea guara</i>	18	30,4	16,1	30,3	208,8	360	130	490	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	1	46	21	3,3	28,7	20	124	144	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								634	
23	<i>Guarea guara</i>	9	20,6	11,3	6,4	35,9	180	174	354	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	5	26,4	13	5,6	32	100	34	134	
	<i>Hibiscus elatus</i>	5	16,8	13,2	2,3	13,3	100	12	112	
	<i>Cedrela odorata</i>	4	15,8	10,8	1,6	8,5	80	18	98	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								698	
24	<i>Hibiscus elatus</i>	14	32,9	15,1	25,6	166,6	280	27	307	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	2	31	12	3	17,7	40	29	69	
	<i>Carapa guianensis</i>	1	40	18	2,5	19	20	0	20	
	<i>Guarea guara</i>	2	12	10,5	0,5	2,4	40	0	40	
	<i>Cedrela odorata</i>	2	36,5	12	4,2	24,5	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								476	

Tabla 19 Resumen dasométrico de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación de la parcela con la aplicación de la Regla de Schulz (continuación...)

[illegible]



Tabla 19 Resumen dasométrico de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación de la parcela con la aplicación de la Regla de Schulz (continuación...)

Parcelas	Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m2/ha)	V (m3/ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
32	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	2	25,5	15	2,1	13,5	40	0	40	Incompleta
	<i>Cedrela odorata</i>	2	21,3	13	2,1	12,4	40	0	40	
	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	19	12,5	1,2	6,5	40	10	50	
	<i>Hibiscus elatus</i>	4	17	12,3	2	10,8	80	17	97	
	<i>Dipholis jubilla</i>	5	23,8	14,6	4,5	28,6	100	0	100	
	<i>Calophyllum utile</i>	9	24,7	15	9	58,3	180	12	192	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								519	
33	<i>Guarea guara</i>	6	32,3	11,7	16,4	93,6	120	38	158	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i>	1	27	13,8	7,1	43,1	20	0	20	
	<i>Cinnamomum parviflorum</i>	5	22	15	0,8	4,9	100	0	100	
	<i>Cedrela odorata</i>	5	18,8	11,2	3	16,4	100	9	109	
	<i>Dipholis jubilla</i>	4	18,3	12	2,1	12,5	80	2	82	
	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	25,3	14,7	3	19,3	60	7	67	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								536	
34	<i>Buchenavia capitata</i>	4	36,8	16,5	9,3	65,5	80	10	90	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	7	23,4	13	6,6	39,6	140	19	159	
	<i>Hibiscus elatus</i>	6	19,5	13,3	4	23,8	120	20	140	
	<i>Nectandra membranacea</i>	1	24	11	0,9	4,9	20	2	22	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								411	
35	<i>Dipholis jubilla</i>	2	26,5	13	2,2	12,8	40	0	40	Incompleta
	<i>Clusia rosea</i>	3	25,7	15	3,2	20,6	60	3	63	
	<i>Nectandra membranacea</i>	2	11,5	10	0,4	2,1	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								143	
36	<i>Clusia rosea</i>	3	24,3	12,7	2,8	16	60	0	60	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i>	5	20	12,6	3,3	18,4	100	3	103	
	<i>Cedrela odorata</i>	1	19	11	0,6	3,1	20	0	20	
	<i>Buchenavia capitata</i>	3	23,3	13,7	2,6	15,7	60	0	60	
	<i>Guarea guara</i>	6	26,8	12,2	7	38	120	22	142	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								385	

Tabla 21. Acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa

No	Acciones	Objetivos	Responsables
<b>Paso 1. Definición del ecosistema de referencia</b>			
1	Recopilación de informaciones.	Conocer la situación socio ambiental de las comunidades.	EFIB
2	Investigaciones realizadas en el área.	Conocer las principales investigaciones realizadas en el área.	Especialista EFIB
3	Analizar plan de manejos y programa de plantación desde 1983 hasta 2014.	Saber los tratamientos realizados y programas de plantación que se han realizado o se realizan en el área.	EFIB
<b>Paso 2. Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad</b>			
4	Inventario florístico en el área.	Evaluar el estado actual del ecosistema y su integridad en cuanto a la ecología como: la estructura, composición de especies y función.	Especialista EFIB
5	Entrevistas, talleres y reuniones con productores, técnicos de la empresa y guardabosques.		Técnico EFIB
<b>Paso 3. Definición de las escalas a niveles de organización</b>			
6	Definición de la escala y los niveles de organización.	Establecer los lugares, y niveles donde se realizará el proceso de rehabilitación.	Técnico EFIB
<b>Paso 4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbios</b>			
7	Determinar las escalas y los disturbios en el bosque.	Lograr determinar las escalas y las jerarquías de disturbios en el bosque que se pretende rehabilitar, así como las respuestas a los disturbios asociados.	Especialista EFIB
<b>Paso 5. Lograr la participación comunitaria</b>			
8	Ejecución de proyectos y programas para el trabajo comunitario.	Capacitar a los miembros de las comunidades que eleven sus conocimientos en los temas de interés, así como el nivel en cuanto al conocimiento ambiental y el extensionismo rural.	Especialista EFIB
<b>Paso 6. Evaluación del potencial de regeneración</b>			
9	Estudios de la regeneración natural del bosque.	Determinar las especies secundarias, de alto valor económico, raras, y aquellas que por supuesto contribuyan a la rehabilitación del ecosistema.	Especialista EFIB
<b>Paso 7. Barreras a la rehabilitación</b>			
10	Identificar las diferentes etapas de las plantas en la fase de dispersión y establecimiento.	Definir las barreras sociales y naturales que impiden la regeneración y desarrollo de los diferentes ecosistemas.	Especialista EFIB
<b>Paso 8. Selección de las especies adecuadas para la rehabilitación</b>			
11	Identificar las especies que se utilizarán para la rehabilitación del bosque.	Restablecer los valores ecológicos y de conservación al ecosistema en general.	Especialista EFIB
<b>Paso 9. Propagación y manejo de las especies</b>			
12	Propagar y manejar las especies seleccionadas.	Conocer las características de propagación para el éxito de los programas de manejo y proyectos de plantación.	Especialista EFIB
<b>Paso 10. Selección de los sitios</b>			
13	Selección y evaluación del sitio o los sitios.	Seleccionar los sitios donde existan mayores problemas de perturbación.	Especialista EFIB
<b>Paso 11. Estrategia para superar las barreras a la rehabilitación</b>			
14	Aplicación del método de grupos densos espaciados o nucleación.	Lograr la rehabilitación y llegar a formar el bosque multietáneo.	Especialista EFIB
<b>Paso 12. Monitoreo del proceso de rehabilitación</b>			
15	Recorrido por todo el área donde se aplicó el método.	Propiciar una base de información para comprender el comportamiento del ecosistema a través del tiempo, para predecir y/o prevenir cambios no deseados.	Técnicos EFIB
<b>Paso 13- Consolidación del proceso de rehabilitación</b>			
16	Evaluación del área a ser rehabilitada, según método	Comprobar si se ha consolidado casi todas las barreras a la rehabilitación y que el ecosistema marcha de acuerdo a los objetivos planteados	Especialista EFIB

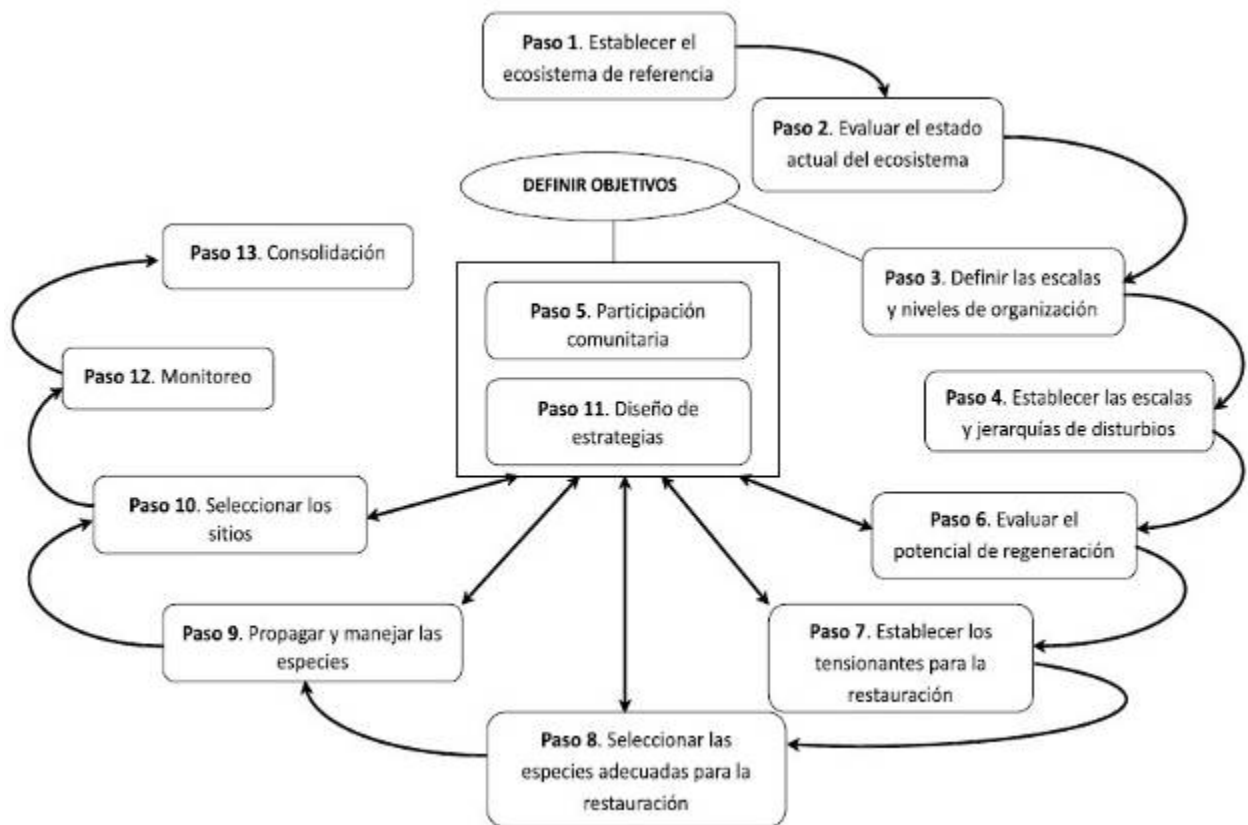


Figura 3. Esquema de la secuencia y relaciones de los 13 pasos en la restauración ecológica según Vargas (2007)

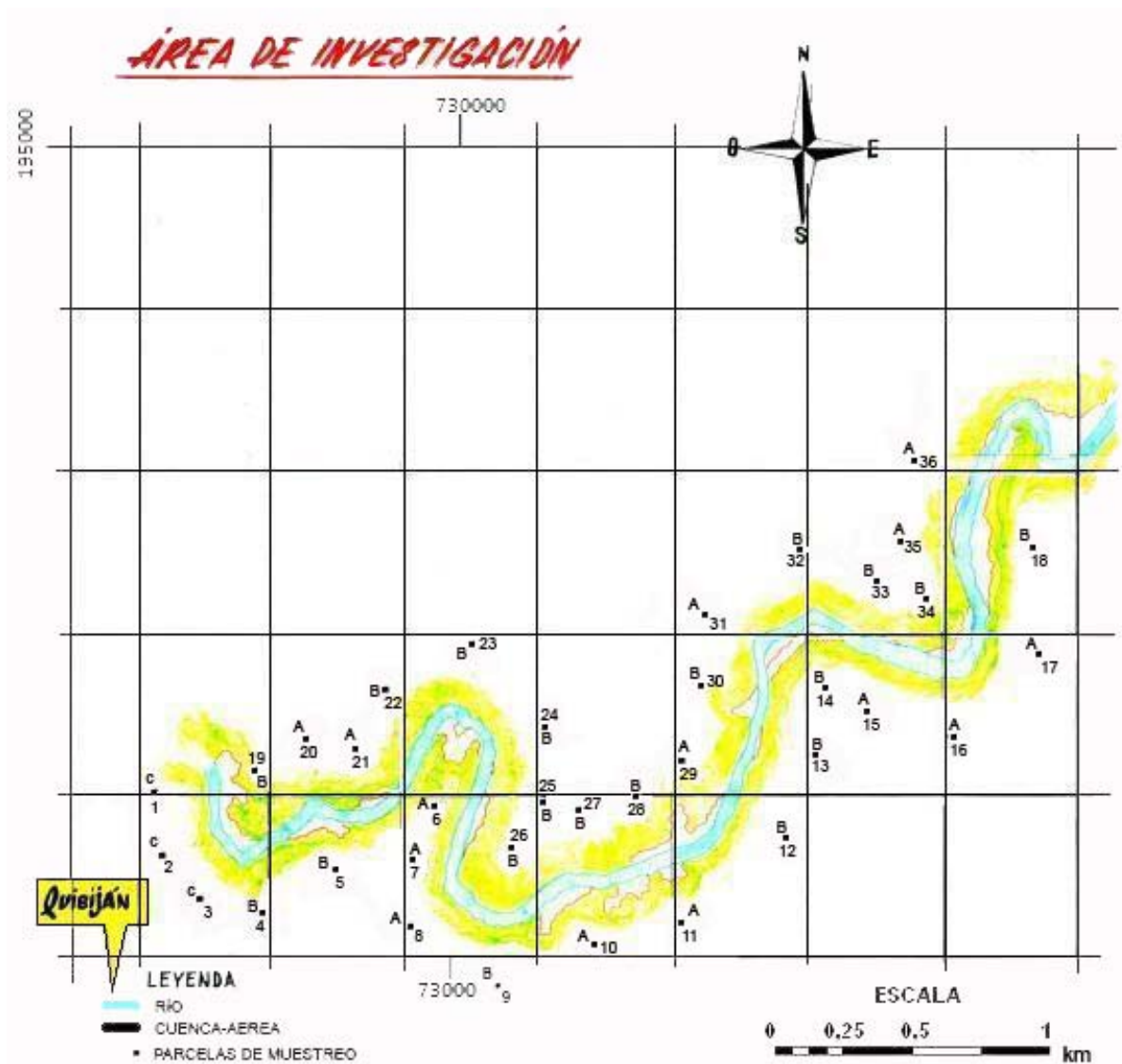


Figura 15. Representación y ubicación de las parcelas en el área de investigación de acuerdo a su ocupación según la Regla de Schulz. A: Ocupación incompleta más pobre, B: Ocupación incompleta menos pobre y C: ocupación adecuada