

EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN SITIOS CON INFLUENCIA DE LA LÍNEA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA LA VIRGINIA-CÉRTEGUI, CHOCÓ, COLOMBIA

EVALUATION OF NATURAL REGENERATION IN PLACES INFLUENCED BY THE ELECTRICAL INTERCONNECTION LINE THE VIRGINIA-CERTEGUI, CHOCO, COLOMBIA

PEDRO L. GUERRERO CÓRDOBA¹, LUIS A. CHAVERRA ASPRILLA¹,
YAN A. RAMOS PALACIOS², JHON A. CÓRDOBA ARIAS²

RESUMEN

Hay pocos estudios sobre regeneración natural en sitios con disturbios antrópicos por la construcción de líneas eléctricas en bosques tropicales; en ese sentido, este estudio evaluó la regeneración natural en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana, lo que constituye una herramienta importante para comprender mejor aspectos de la ecología a nivel de bosques tropicales con disturbios antrópicos. Para esta investigación se dispusieron seis parcelas de 4 x 50 m, dentro de las cuales se ubicaron cuadrículas de 6 m², donde se midieron, se cuantificaron y se colectaron las plántulas que se estaban regenerando y que presentaron un diámetro <2.5 cm y una altura sobre el suelo igual a 1 m. Asimismo, se describieron las estrategias de establecimiento y desarrollo de las especies vegetales, en las que se registraron 2443 individuos representados en 314 especies, 153 géneros y 64 familias; entre las que se identificaron como las más representativas en número de individuos y especies: Melastomataceae, Rubiaceae y Cyperaceae. Los géneros mejor representados por número de especies fueron: *Inga* (13), (Mimosaceae), *Miconia* (12) (Melastomataceae) y *Palicourea* (12) (Rubiaceae). Estos resultados indican que los disturbios antrópicos a pequeña escala tienen un efecto positivo en la regeneración natural pues ocasionan claros que favorecen la incorporación y el crecimiento de muchas especies. Los resultados señalan que los sitios más alterados presentan mayor número de individuos para clases diamétricas inferiores en todas las categorías estudiadas.

Palabras clave: Disturbios antrópicos; Estrategias; Regeneración natural.

ABSTRACT

There are few studies on natural regeneration on sites with anthropogenic disturbance by the construction of power lines in tropical forests; in that sense, this study evaluated the natural regeneration in the municipalities of Certegui and Union Panamericana, which is an important tool for understanding aspects of the ecology of tropical forest level with anthropogenic disturbances. For this investigation, six plots were arranged 4 x 50 m, within which were located grids 6 m², where measured, quantified and collected the seedlings that were regenerated and had a diameter <2.5 cm and a height above ground equal to 1 m. It also describes strategies for the establishment and development of plants, which were recorded 2443 individuals represented in 314 species, 153 genera and 64 families; among them were identified as the most representative number of individuals and species: Melastomataceae, Rubiaceae and Cyperaceae. The genera best represented by number of species: *Inga* (13), (Mimosaceae), *Miconia* (12) (Melastomataceae) and *Palicourea* (12) (Rubiaceae). These results indicate that small-scale anthropogenic disturbances have a positive effect on natural regeneration as clear cause and which favor the growth of many species. The results indicate that altered sites with the highest number of individuals for lower diameter classes in all categories studied.

Keywords: Anthropogenic disturbances; Strategies; Natural regeneration.

-
1. Biólogo con Énfasis en Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica del Chocó «DLC», Quibdó, Colombia. e-mail: pedrocordoba17@hotmail.com luanchas1@hispavista.com
 2. Investigador, Grupo de Investigación de la Flora Chocoana, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica del Chocó «DLC», Quibdó, Colombia. e-mail: yaramosp@unal.edu.co jalexanderc@yahoo.es
- Fecha de recibido: Enero 23, 2009 Fecha de aprobación: Junio 8, 2009

INTRODUCCIÓN

Desde hace cientos de años los bosques neotropicales han sufrido disturbios naturales y antrópicos; sin embargo, la destrucción de estos ambientes naturales se aceleró en las últimas décadas, con lo que se generaron mosaicos de vegetación en diferentes estados sucesionales (Guariguata y Ostertag 2002) que afectan la cobertura boscosa (Dosel).

Estos disturbios son entendidos como cualquier evento relativamente discreto en el tiempo, que altera la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia la disponibilidad de recursos y el ambiente en el que ocurre, remueve organismos y abre espacios, que pueden ser colonizados por individuos de la misma o diferentes especies vegetales (Begon *et al.* 1986, Picket y White 1985).

Estos disturbios pueden presentar diferentes grados y así, la regeneración puede tomar un menor o mayor tiempo para restablecer las condiciones originales. No obstante, si los disturbios ambientales causan extinciones locales, es muy difícil que el bosque regrese a su estado original o anterior (Jordán 1986).

De acuerdo con la intensidad, los disturbios en los bosques tropicales pueden ocurrir a diferentes niveles de escalas. La caída de un árbol y como consecuencia, el claro que se crea, es un disturbio de carácter «intermedio» o de pequeñas escalas. Este tipo de disturbio favorece, en gran medida, la regeneración de especies arbóreas demandantes de luz (Connell 1978). Sin embargo, algunos procesos como la caída masiva de árboles (condicionada en muchos casos por factores naturales asociados con la presencia de suelos frágiles y la acción del viento) o la deforestación de áreas para el establecimiento de infraestructuras utilizadas en el aprovechamiento de maderas, construcción de redes eléctricas y carreteras, entre otras, determinan la apertura de claros de gran extensión (Denslow y Hartshorn 1994, Thiollay 1992).

A pesar de su importancia, son pocos los estudios que se han realizado en los bosques tropicales de Colombia, encaminados al monitoreo y seguimiento de la dinámica vegetal, sobre todo en la regeneración natural después de los disturbios antrópicos (tumba de árboles o arbustos, remoción de la cobertura vegetal) y en particular en el Chocó biogeográfico, catalogado como un lugar extraordinariamente diverso y rico en endemismos (Forero y Gentry 1989), donde hasta el momento no se han reportado trabajos de este tipo y es poca la información que se encuentra acerca de la frecuencia e importancia de la regeneración natural presente después de un disturbio, proceso que han resaltado algunos investigadores como Córdoba y González 2005, Giraldo y Murcia 2004, Jiménez *et al.* 2004, Palacios 2002, Ramos *et al.* 2004.

Por otro lado, la evaluación de la regeneración natural es de vital importancia porque aporta elementos que sirven para elaborar estrategias para conocer el establecimiento y desarrollo de las especies presentes en las áreas estudiadas, además de intentar verificar su papel en el mantenimiento de la diversidad florística del bosque, lo que permite desarrollar métodos con bases ecológicas para prevenir y mitigar los impactos que ocasionan las construcciones de estas redes sobre zonas boscosas en las diferentes fases de desarrollo (Álvarez 1997).

De todo lo anterior surge la necesidad de evaluar la regeneración natural de estos bosques, para empezar a conocer sus procesos, mecanismos, patrones de establecimiento, crecimiento y desarrollo de las especies vegetales presentes en áreas con disturbios antrópicos y así poder explicar el papel que juegan los disturbios en la ganancia o pérdida de la biodiversidad.

Dentro de este contexto, en esta investigación se evaluó la regeneración natural en sitios con influencia de la línea de interconexión eléctrica de un bosque pluvial tropical (bp-T) en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana (Chocó, Colom-

bia) como una estrategia de mantenimiento y conservación de la diversidad florística que permita contribuir con un desarrollo sostenible, a través de planes de manejo y aprovechamiento racional. La evaluación se hizo con base en el método propuesto en el convenio ISA-JAUM (2000), que consiste en establecer parcelas de 4 x 50 m (200 m²).

METODOLOGÍA

Área de estudio. El estudio se realizó en tres sitios pertenecientes a los municipios de Cértégui (La Variante) y Unión Panamericana (Salero y Las Ánimas). El municipio de Cértégui se encuentra geográficamente ubicado a los 5°24' N y 76°36' W, con una altura promedio de 120 msnm, humedad relativa de 80%, temperatura de 28°C y una precipitación de 7800 mm; limita al norte con los municipios de Atrato y Lloró, al oriente con el municipio de Bagadó, al sur con el municipio de Tadó y al occidente con los municipios del Cantón de San Pablo y Tadó.

Por su parte, el municipio de Unión Panamericana se encuentra geográficamente ubicado a los 5°24' N y 76°36' W, con una altura promedio de 120 msnm, humedad relativa de 90%, temperatura de 31°C y una precipitación de 7800 mm; limita al norte con los municipios de Tadó y Cantón de San Pablo, al sur con el municipio de Istmina, al oriente con el municipio de Tadó y al occidente con el municipio de Cantón de San Pablo.

Los municipios en estudio presentan bosques con disturbios antrópicos por la construcción de la línea de interconexión eléctrica, donde predominan algunas especies como; el juanchito (*Mabea chocoensis*), palma mil pesos (*Oenocarpus bataua*), lechero (*Brosimum utile.*), vaina (*Matisia bullata.*), guasco (*Eschweilera pittieri*), palma memé (*Wettinia quinaria.*), carbonero (*Licania sp.*), guayabo (*Croton jorgei*), caimito (*Chrysophyllum sp.*), entre otras especies, pertenecientes a las familias Sapotaceae, Lecythidaceae, Arecaceae, Euphor-

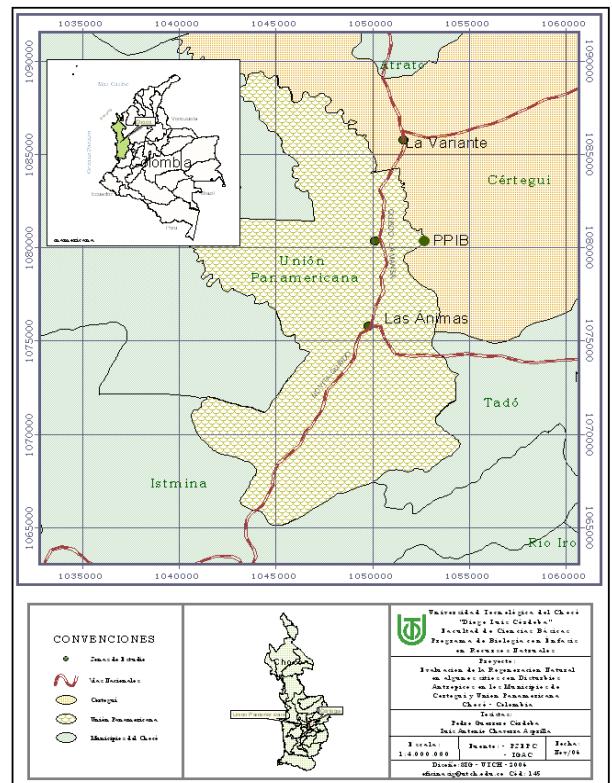


Figura 1. Las zonas de estudio ubicadas en la central norte del Chocó biogeográfico, en la zona de vida de bosque pluvial tropical (bp-T) a bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

biaceae, Mirysticaceae, Chrysobalanaceae, Moraceae, Clusiaceae, Caesalpiniaceae y Bombacaceae (Palacios y Ramos 1999).

Las zonas de estudio se encuentran dentro del grupo cinco, pie de monte y colinas bajas, en la subregión ecogeográfica cinco, central norte del Chocó biogeográfico (Poveda *et al.* 2004). De acuerdo con lo indicado por Holdridge (1996), la mayor parte del territorio se encuentra ubicado en la zona de vida de bosque pluvial tropical (bp-T) a bosque muy húmedo tropical (bmh-T). Los habitantes de la zona de estudio son de etnia afrocolombiana y sus principales actividades son el comercio de madera, la agricultura y la minería (Figura 1).

Estos sitios hacen parte del área afectada por la construcción de la interconexión eléctrica La Virgi-

Tabla 1
Ubicación de las parcelas según el tipo de disturbio antrópico en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana

Parcelas	Sitios	Tipo de disturbio
P 1	Salero	Intervenida
P 2	Salero	Medianamente intervenida
P 3	Variante	Intervenida
P 4	Variante	Medianamente intervenida
P 5	Las Ánimas	Intervenida
PPIB	Salero	Sin intervención

nia (Risaralda)-Cértegui (Chocó) realizada por ISA. El área de influencia de la línea tiene una extensión aproximada de 60 km² correspondientes a 0.54% del bp-T; esta línea tiene 115 mil voltios y en su proceso de construcción se presentó una alteración que afectó gran parte del bosque, por el aprovechamiento forestal de más de 7476 m³ de madera, lo que generó condiciones favorables para el seguimiento de la regeneración natural.

Método. La regeneración natural se evaluó desde octubre de 2005 hasta julio de 2006, cuando se realizaron visitas a campo con periodicidad quincenal, siguiendo el método propuesto por el convenio ISA-JAUM (2000), que consiste en establecer parcelas de 4 x 50 m, que se subdividieron en dos subparcelas de 2 x 50 m (100 m²).

En este estudio se establecieron seis parcelas distribuidas de acuerdo con el grado de intervención antrópica de la siguiente manera: tres parcelas debajo de la línea de interconexión eléctrica (Variante, Salero y Las Ánimas), dos parcelas en áreas medianamente intervenidas (La Variante y Salero) y una parcela ubicada en un sitio sin intervención antrópica en la parcela permanente de investigación de la biodiversidad en Salero (PPIB) (García *et al.* 2003) (Tablas 1 y 2), (Figura 1).

Tabla 2
Clasificación dimensional de la regeneración natural (Dubois 1980)

Subparcela	Diámetros (cm)	Altura (m)	Dimensión
1	2.5-9.9	1.5-3	Latizal alto
2	≤2.5	0.3-1.5	Latizal bajo
		0.1-0.3	Brinzal

De igual manera, dentro de cada parcela se estableció al azar una cuadrícula numerada de 2 x 3 m (6 m²), donde se midieron, se cuantificaron y se colectaron las plántulas que se estaban regenerando. Para tal efecto, se consideraron todos los individuos con diámetros menores a 2.5 cm y una altura sobre el suelo ≤1 m; de la misma manera se describieron las estrategias de establecimiento y desarrollo (crecimiento) de las especies vegetales (pioneras, sucesionales tardías) (Figura 2).

La colección del material vegetal se hizo teniendo en cuenta las normas específicas. A cada uno de los ejemplares colectados en campo se le tomaron los datos correspondientes a descripción morfológica, altura total (HT), nombre científico y otras características vegetales importantes para su plena identificación. Asimismo, en cada uno de los sitios de trabajo se describieron las características geográficas utilizando para ello un GPS (Tabla 3).

La identificación del material vegetal colectado se realizó en el laboratorio de botánica y ecología de la Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba» a través del empleo de claves botánicas (Gentry 1993, Mahecha 1997) y publicaciones especializadas en diferentes grupos botánicos (Fernández-Galiano y Domínguez 1985, Forero y Gentry 1989, Rangel *et al.* 2004, Mahecha *et al.* 1984). Después se comparó con las colecciones depositadas en el herbario «CHOCÓ». La identificación se complementó con la colaboración de los botánicos Álvaro Cogollo del herbario del Jardín

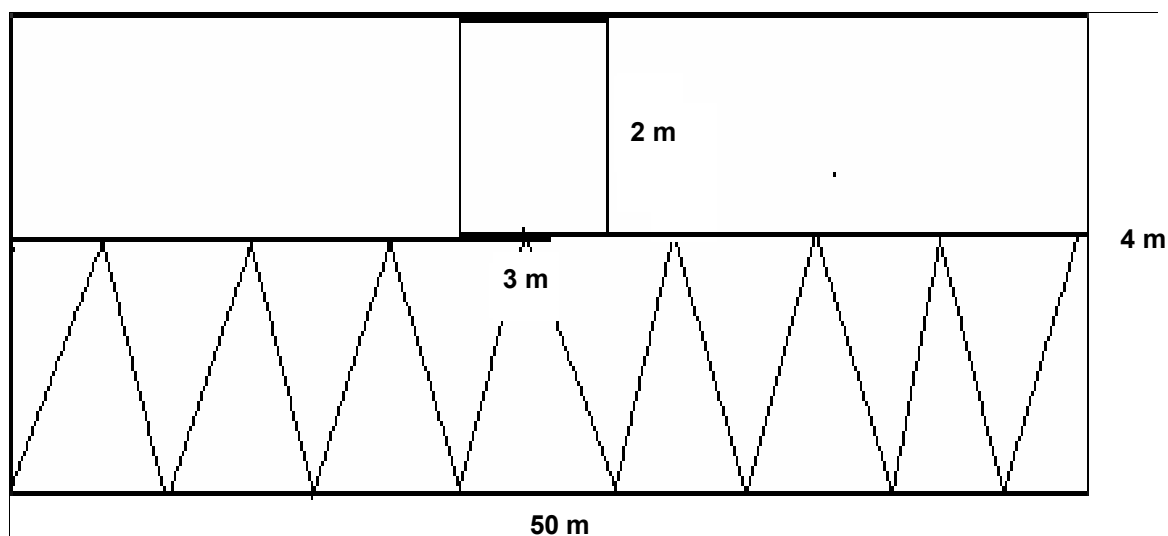


Figura 2. Cuadrícula numerada de 2 x 3 m (6 m²), donde se midieron, se cuantificaron y se colectaron las plántulas que se estaban regenerando.

Tabla 3
Descripción de las parcelas muestreadas

Parcelas	Coordenadas	Alturas (msnm)
1	05°19' 84.25.8" N y 76°37' 39.2" W	121
2	05°19' 25.8" N y 76°37' 36.3" W	133
PPIB	05°19' 04.5" N y 76°36' 27.7" W	83
3	05°21'30.1" N y 76°37'09.9" W	93
4	05°21'28.2" N y 76°37'08.6" W	87
5	05°17'32" N y 76°37'38" W	95

Botánico de Medellín (JAUM) y Leonardo Palacios Duque, Fabio García Cossio, Yan Arley Ramos Palacios y Jair Cuesta Nagles del Programa de Biología con Énfasis en Recursos Naturales de la Universidad Tecnológica del Chocó. Todo el material se identificó hasta el taxón más asequible que se pudo, porque es un material estéril y la mayor parte de él se encontraba en estado juvenil, lo que permitió avanzar hasta el nivel de especie en algunas familias y géneros.

Los datos de la composición florística de la regeneración natural (riqueza, diversidad y abundancia) (Shannon-Weaver) encontrados en cada una de las parcelas se compararon a través de un análisis de

varianza (Anova), con el fin de probar la existencia de diferencias significativas entre ellas. De igual manera se utilizó una prueba de agrupación (Cluster) en donde se ordenaron las parcelas y cuadrículas con base en el grado de intervención.

También se calculó el índice de valor de importancia (IVI) de las especies y familias para deducir aspectos importantes como la dominancia y especies más representativas e incluso se construyó un perfil idealizado de las plántulas en regeneración a través del programa AutoCAD LT versión en español (AutoCAD LT 2002). Todos estos análisis se llevaron a cabo con la ayuda de los paquetes estadísticos Statgraphics Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corp. 2002) y Past, versión 1.15 (Hammer y Harper 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación de la regeneración natural en sitios con influencia de la línea de interconexión eléctrica en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana, se registraron 2443 individuos, distribuidos en 314 especies, 153 géneros y 64 familias. A nivel de las subparcelas, se registraron 2115 individuos con diámetros <2.5 cm y 279 especies con un promedio de

Tabla 4
Familias mejor representadas por géneros y especies en sitios con diferentes tipos de disturbios antrópicos en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana (Chocó)

Familias	Nº de géneros	Nº de especies
Rubiaceae	14	40
Melastomataceae	10	38
Arecaceae	8	12
Araceae	7	17
Euphorbiaceae	6	10
Clusiaceae	5	9
Mimosaceae	5	18
Gesneriaceae	5	9
Cyperaceae	5	9

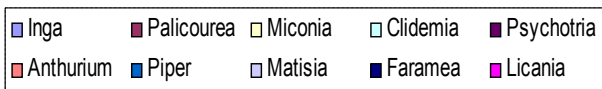
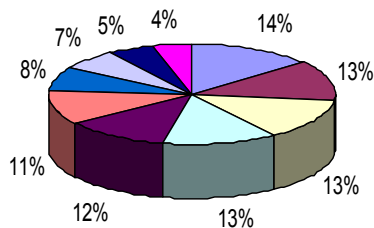


Figura 3. Porcentaje de los géneros más representativos presente en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana (Chocó).

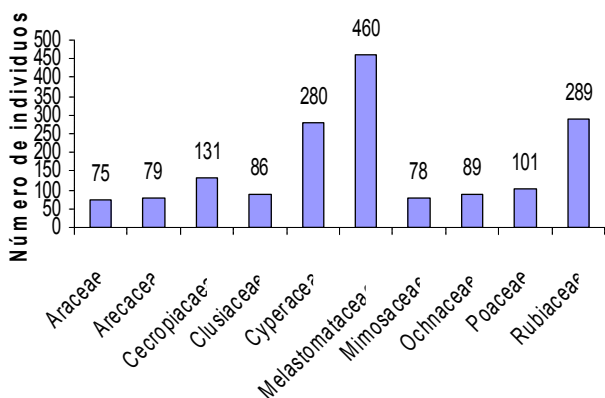


Figura 4. Familias mejor representadas por número de individuos en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana (Chocó).

7.58 individuos/especies y se registraron 328 individuos ≥ 2.5 cm y 64 especies con un promedio de 5.12 individuos/especies.

En las parcelas estudiadas, las familias más representativas en cuanto al número de individuos fueron las Melastomataceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Cecropiaceae, Poaceae, Ochnaceae y Clusiaceae, la familia Rubiaceae con 14 géneros fue la más importante, sobresaliendo el género *Palicourea* y *Psychotria* con 12 y 11 especies respectivamente. La familia Melastomataceae con 10 géneros y 38 especies, fue la segunda en importancia. Estos resultados concuerdan de manera parcial con lo expresado por Foster y Brokaw (1992), Giraldo-Cañas (1993), Devia *et al.* (1994), Linares (1996), Palacios (2002), Jiménez *et al.* (2004), y Córdoba y Gonzáles (2005), lo que evidencia que estas especies son propias de este tipo de bosque (Tabla 4, Figuras 3 y 4).

Entre los géneros que se determinaron, los más representativos fueron: *Inga*, *Ossaea*, *Palicourea*, *Miconia*, *Clidemia*, *Psychotria* y *Anthurium*, entre otros (Figura 3). Afirmaciones que coinciden de forma parcial con los de Córdoba y González (2005), que señalan que los géneros más representativos en sitios con disturbios pueden ser *Ossaea*, *Psychotria*, *Mouriri*, *Dacryodes*, *Miconia*, *Tococa*, *Clidemia*, *Protium*, *Palicourea* y *Dicronopteris*.

Se registraron 314 especies en un área de 0.12 hectáreas de bosque, que se distribuyeron en seis parcelas de 4 x 50 m (200 m²); la parcela más representativa en cuanto al número de géneros y especies fue la dos con 55 géneros y 84 especies, y las parcelas 1 y 5 con 53 géneros y 81 especies. Se observó que la mayoría de las especies se repitieron en algunas parcelas, pero la parcela 3 tuvo el mayor número de individuos con 579, seguida de la parcela 1 con 535 (Tabla 5).

Análisis de similitud entre las parcelas. El aná-

Tabla 5
Comparación de las familias, géneros, especies e individuos por parcelas

Parcelas	Familias	Géneros	Especies	Nº ind.
P1	35	53	81	535
P 2	36	55	84	218
P 3	29	46	57	579
P 4	40	53	80	309
P5	25	42	55	464
PPIB	31	54	79	338

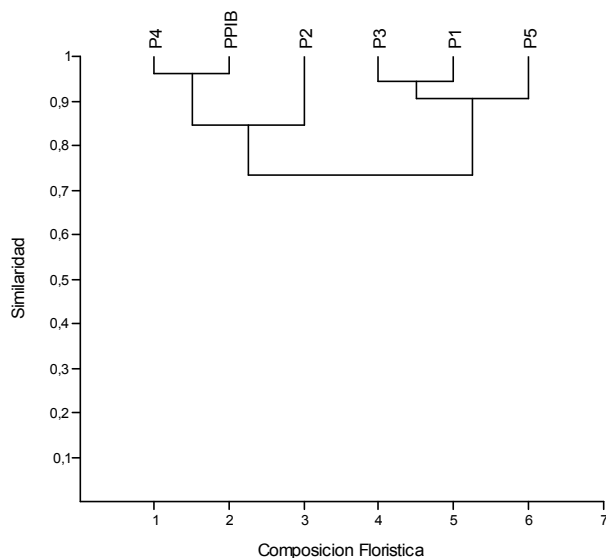


Figura 5. Análisis de similitud de la composición florística de regeneración natural de los sitios monitoreados.

lisis de similitud, muestra que las parcelas se agrupan de acuerdo con las variables biológicas (riqueza, diversidad, abundancia), donde se formaron grupos, cada uno de ellos con su porcentaje de similitud. (Figura 5).

En donde las parcelas 4 y PPIB forman un primer grupo bien marcado con un 96% de similitud, porque comparten características biológicas y ecológicas muy parecidas. Además, se puede observar que estas dos parcelas tienen una semejanza con la parcela 2 en un 85% formando otro grupo, y un poco más aisladas se encontraron las parcelas 3, 1 y 5 formando un grupo aislado, con un 90% de similitud entre ellas.

Tabla 6
Riqueza, abundancia y diversidad de la regeneración natural por parcelas

Índices de diversidad	Parcelas					
	P1	P2	P3	P4	P5	PPIB
Riqueza	81	84	57	80	55	79
Abundancia	535	218	579	309	464	338
Shannon						
Wiener	3,85	4,14	3,39	3,89	3,27	3,96

Hay que resaltar, que estas últimas parcelas presentaban un mismo tipo de disturbio (zonas totalmente intervenidas), lo que permitió formar un grupo diferente a las demás; éstas con el resto de los otros grupos, presentaron una similitud de 74%.

Riqueza, abundancia y diversidad de especies por parcelas. La Tabla 6 muestra los valores de riqueza, abundancia y diversidad de las especies calculadas para cada una de las seis parcelas monitoreadas. La parcela de mayor riqueza y diversidad de especies fue la P2, seguida por la P4 y luego la PPIB; pero a nivel del número de individuos, las parcelas P1, P3 y P5 presentaron mayor abundancia. Si se analizan los resultados de la recuperación de la vegetación a la luz de la teoría del disturbio, se puede constatar que en este caso se cumple la hipótesis del disturbio intermedio pues la mayor riqueza se encontró en etapas intermedias, es decir, en las parcelas que se ubicaron en sitios medianamente intervenidas (P2, P4) y la baja riqueza inicial se halló en las parcelas ubicadas en las áreas totalmente intervenidas (P1, P3, P5), bajo la línea de interconexión eléctrica, lo que se debe a la presencia de muchos individuos y sólo pocas especies con características de pioneras.

Análisis estadístico de la regeneración natural. La composición florística arrojó valores de riqueza relativamente altos representados por 314 especies, una diversidad de $H' = 4.9$ y una abundancia de 2443 individuos, valores que corresponden a

toda la zona muestreada (0.12 ha). También se obtuvieron valores relativamente altos para cada una de las parcelas muestreadas, resultados que se corroboran con los de Forero y Gentry (1989), Gentry (1993), Palacios (2002), Córdoba y González (2005); estos dos últimos manifestaron que la diversidad de especies vegetales en proceso de regeneración es alta en aquellas zonas que presentan algún tipo de disturbio. De igual manera se observó que los bosques de Cértegui y Unión Panamericana mostraron una alta representatividad en cuanto a abundancia de individuos. Así se comprobaron las hipótesis planteadas en esta investigación, acerca de que el comportamiento de las plantas en los bosques con presencia de disturbios antrópicos a pequeña escala, tienen una alta capacidad de regeneración y favorecen la riqueza de especies. Por otra parte, la alta diversidad presentada en esta investigación, se ratifica al compararla con algunos trabajos antes mencionados y los obtenidos por Melo (1994) en un bosque primario y dos bosques secundarios de doce y seis años de intervenidos.

Aunque es evidente que hubo diferencias en los valores de abundancia, riqueza y diversidad entre estos estudios, comparados con los antes citados, estas diferencias obedecen a factores ambientales (luz, temperatura y precipitación), edáficos y el grado de disturbio (alto, medio y sin intervención), antecedentes que concuerdan con los análisis de Garwood (1992), Roussel (1972) y Etherington (1982); este último afirma que los procesos naturales de la dinámica del bosque son regulados de manera constante por factores ambientales como la temperatura, la precipitación y la luz entre otros, lo que se refleja en este estudio. A esta diferencia también se le atribuye, que la zona de estudio comprendió tres áreas con diferentes tipos de disturbio (alta y medianamente intervenido, y sin intervención antrópica) lo que en su momento pudo favorecer la riqueza y diversidad de especies en cada una de las parcelas monitoreadas.

Desde el punto de vista estadístico, no se encontra-

ron diferencias significativas entre la riqueza, abundancia y diversidad de una parcela con otra, respecto al tipo de intervención ($F; 6,5; p>0.05$) que tuvo un nivel de confianza de 95% entre las variables estudiadas.

El modelo lineal general mostró que la riqueza, abundancia y diversidad de las parcelas relacionadas con el tipo de disturbio, presentaron un $p>0.05$, lo que revela que no existió diferencia significativa desde el punto de vista estadístico, entre estas variables y el tipo de intervención en las que se encontraban sometidas las diferentes parcelas, donde R^2 muestra que estas características tienen un 4.5%, 14% y 11% de incidencia en la variabilidad de la riqueza, abundancia y diversidad respectivamente, y el porcentaje restante se atribuye a otro tipo de variables, que no se consideraron en este estudio, como son la luz, temperatura, precipitación y suelos, entre otros; se manifiesta así una correlación baja entre las variables biológicas con respecto al tipo de disturbio.

De acuerdo con lo anterior se puede decir que las líneas de interconexión eléctrica, no influyeron en la regeneración natural de las especies monitoreadas, porque éstas, independiente del tipo de intervención antrópica, se encontraron en fases avanzadas del proceso sucesión vegetal, pues los resultados en las diferentes parcelas, indican que su potencial regenerativo es bueno.

Categorías de tamaños. En la clasificación dimensional de la regeneración natural en los sitios de estudio, se registraron 2443 individuos. Para la categoría de brinzal se obtuvieron 535 individuos, distribuidos en 76 especies y 40 familias; de acuerdo con su abundancia sobresalieron las siguientes especies: *Rhynchospora polysianchys* con 60 individuos, *Homolepis aturensis* con 44 individuos, *Diplacrum capitatum* con 30 individuos, *Clidemia* sp₃ con 20 individuos *Cyperus feraz* con 22 individuos, *Pourouma chocoana* con 15 individuos, *Clidemia hirtia* con 30 individuos. Estas siete especies suman 221 individuos que representan 41% de esta categoría.

De igual forma se registraron 1632 individuos, para la categoría de latizal bajo, que se distribuyeron en 214 especies y 58 familias; de acuerdo con su abundancia sobresalieron las siguientes especies: *Cyperus cf luzulae ratz* con 70 individuos, *Scleria mitis* con 70 individuos, *Psychotria cf cordobensis* con 50 individuos, *Miconia reducens Triana* con 36 individuos, *Cecropia peltata* con 35 individuos. Estas cinco especies suman 261 individuos lo que representa 16% de esta categoría.

Para la categoría de latizal alto se informó acerca de 276 individuos, distribuidos en 54 especies y 25 familias; por su abundancia se destacaron las especies, *Cecropia peltata* con 35 individuos, *Vismia macrophylla* con 19 individuos, *Clidemia* sp1 con diez individuos, *Cespedesia spathulata* con ocho individuos, *Mabea chocoensis* con ocho individuos, *Inga spuria* con seis individuos; estas seis especies suman 86 individuos, que representan 31% de esta categoría. Todos los resultados mencionados superan en cuanto al número de individuos por categoría de tamaño a los obtenidos por Forero y Londoño (1992), Linares (1996) y Palacios (2002), aunque Linares (1996), manifiesta que estas variaciones no son muy significativas. Todo esto se le atribuye a la metodología utilizada por los diferentes investigadores, a las condiciones climáticas de estos bosques, al tipo de disturbio a que se sometieron y en especial a la luz, porque ésta influye de forma directa en el ritmo de crecimiento de las especies, pues estos bosques son muy alterados.

Importancia ecológica de las especies (IVI). De acuerdo con las variables combinadas (abundancia, frecuencia y dominancia), las especies con mayor importancia ecológica, correspondieron a especies sucesionales tempranas o foráneas como: *Tovomita weddeliana* (19.95%), *Cecropia peltata* (7.5%), *Cespedesia spatulata* (5.9%), *Aciotis levyana* (5.3%), *Scleria mitis* (5.3%) y *Miconia reducens* (5.2%), *Rhychospora polysianchys* (4.6%), *Psychotria cf cordobensis* (4.3%) y *Palicourea ganeza* (4.3%); estas nueve especies suman 62.5%

del IVI y las 305 restantes 237.5%. Estos resultados no coinciden con los trabajos realizados por Linares (1996), Palacios (2002) y Jiménez *et al.* (2004), en sentido de que las especies de mayor importancia ecológica en sus investigaciones pertenecen a los géneros *Vismia*, *Virola*, *Protium* y algunas *Miconias*; esto se debe a que este estudio se realizó en zonas con diferentes tipos de disturbios antrópicos y a la metodología utilizada.

Importancia ecológica de las familias (IVI F). Este índice presentó un valor de 299.9%, valores que se encuentran entre 0.3% y 46.6%, siendo las familias más representativas las Melastomataceae con 46.6%, Rubiaceae con 34.3%, Clusiaceae con 28.8%, Cyperaceae con 22.9%, Cecropiaceae con 12.4%, Mimosaceae con 11.4%, Araceae con 10.3%, Arecaceae con 9.9% y Ochnaceae con 8.4%; estas nueve familias suman 185.1% y las 56 restantes 114.9%. Estos resultados coinciden de manera parcial con los de Landrach y Mazuera (1985), Gentry (1986) y Palacios (2002), observándose cierto grado de afinidad entre este estudio y los antes mencionados, aunque de acuerdo con Gentry (1993) la afinidad entre los bosques de Bajo Calima y Chocó está mejor representada a nivel de familia que de especies, tal como lo muestra el índice de valor de importancia de la especies.

Monitoreo del crecimiento en altura de las especies. En el monitoreo del crecimiento (en centímetros) de las plántulas presentes en las seis cuadrículas de 2 x 3 (6 m²) en algunos sitios con disturbios antrópicos, se realizaron dos mediciones, con un intervalo de tiempo de un mes. Se registraron 244 individuos distribuidos en 38 familias, 50 géneros y 77 especies, de las cuales dos se informaron por primera vez en la cuadrícula de la parcela 1 (*Lepidoploa patens* y *Irbachia alata*) y dos declinaron (*Ardisia cf cogolloi* y *Litachne* sp); la declinación de estas especies pudo ocurrir porque se tomó parte de ellas para su colección e identificación y por estar en una zona con poca luz, lo que influyó en la capacidad para competir con las demás especies.

En cuanto al número de especies, la cuadrícula más representativa fue la de la P2 con un total de 24 especies monitoreadas, seguida de la PPIB con 20 especies. De acuerdo con las dos mediciones realizadas en las cuadrículas, éstas presentaron un incremento promedio en altura muy significativo y se observó el mayor incremento en la cuadrícula de la P2 con una altura de 1.74 m, seguida de la P1 con 0.29 m, aunque es evidente que algunas cuadrículas (P4 y P5) presentaron un promedio bajo por el tipo de suelo en el que se encontraban y el hecho de que sus especies son de porte bajo.

Estrategias y desarrollo de la regeneración natural. Las especies en regeneración natural monitoreadas en las seis parcelas establecidas en este estudio, presentaron diferentes estrategias de regeneración y desarrollo. Sin embargo, la secuencia de las especies durante la sucesión se presentó de una forma muy ordenada, y se logró observar e identificar con claridad las especies pioneras, intermedias y tardías.

En las observaciones de campo se notó que la regeneración de las especies pioneras de ciclo largo son menos abundantes en cuanto al número de individuos que los demás gremios antes mencionados, pero de una u otra forma contribuyen con la rápida colonización de lugares con disturbios.

A pesar de la intolerancia a la sombra y las escasas aperturas del dosel, algunas de las especies de estos grupos se regeneran de manera continua en el bosque sucesional; así cada grupo se desarrolla como una población simultánea sucesivamente, así: herbáceas, arbustos, pioneros de vida corta y larga, nómadas y pioneros longevos especies tolerantes a la sombra. Esto concuerda con los modelos de instalación de las especies de Finegan (1992), Plana (2000) y Córdoba y González (2005), quienes argumentan que en la instalación en las primeras décadas de la sucesión, las primeras tres etapas están dominadas por hierba y arbustos, seguidas de árboles heliófitos efímeros (pioneros de ciclo corto) y

estos a su vez por árboles heliófitos durables (especies secundarias tardías o pioneras de ciclo largo).

En términos generales en este estudio se observó que después de un disturbio, el establecimiento y regeneración de las plántulas en el bosque están dominados por hierbas anuales con una gran capacidad de dispersión y crecimiento muy rápido. Después se desarrolla una secuencia de especies herbáceas perennes y arbustos, seguidos por árboles heliófitos de ciclo corto y estos por árboles heliófitos de ciclo largo.

En la zona de estudio, se presentaron cuatro gremios de plantas con diferentes hábitos de crecimiento, que fueron dominados por arbustos con un 75%, helecho con un 3%, palma un 3%, hierba con un 19%, resultados que coinciden con los obtenidos por Córdoba y González (2005), quienes manifiestan que los hábitos de crecimiento en regeneración están dominados por arbustos, hierbas, palmas y helechos, pero contrastan con los resultados conseguidos por Hoyo *et al.* (1983) y Marulanda *et al.* (2003), que revelan que las zonas de regeneración están dominadas por lianas, arbustos y palmas, y Jiménez *et al.* (2004) quien expresa que éstas están dominadas por hierbas, escandentes y arbustos.

Así se describieron las estrategias de regeneración y desarrollo de los grupos mencionados antes, en la que cada grupo crece, se desarrolla y declina más rápido que el que le sigue. Este seguimiento a las especies que crecen en los sitios con diferentes tipos de disturbios antrópicos permitió tener mayor certeza para diferenciar un bosque en sucesión o regeneración de uno maduro, en donde el bosque de sucesión se diferencia del bosque maduro por la composición de especies dominantes. Este estudio es fundamental para comprender, además, los efectos de los disturbios sobre el bosque.

CONCLUSIONES

En la evaluación de la regeneración natural en sitios

con influencia de la línea de interconexión eléctrica en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana, se registraron 2443 individuos, distribuidos en 314 especies, 153 géneros y 64 familias. A nivel de las subparcelas, para los individuos con diámetros <2.5 cm, se registraron 2115 individuos y 279 especies con un promedio de 7.58 individuos/especies y para los individuos >2.5 cm se registraron 328 y 64 especies con un promedio de 5.12 individuos/especies. Las familias más representativas fueron Melastomataceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Cecropiaceae, Poaceae, Ochnaceae, Clusiaceae, entre otras y los géneros más sobresalientes en cuanto al número de especies fueron *Inga*, *Ossaea*, *Palicourea*, *Miconia*, *Clidemia*, *Psychotria* y *Anthurium*.

De las 314 especies registradas en los municipios de Cértegui y Unión Panamericana ninguna se reportó en las seis parcelas monitoreadas. Así, 229 especies se registraron en sólo una de ellas. 45 especies se presentaron exclusivamente en la P1, 39 en la P2, 26 en la P3, 48 en la P4, 28 en la P5 y 43 en la PPIB; se encontró mayor similitud entre las parcelas P2 y PPIB.

Las parcelas P2 y P4 que se encontraban en sitios con disturbios antrópicos intermedios presentaron la mayor riqueza y diversidad de especies, y luego, las que se ubicaron en áreas sin disturbio (PPIB) y a nivel del número de individuos fueron las parcelas P1, P3 y P5, ubicadas bajo la línea de interconexión eléctrica (totalmente intervenida), lo que se debe a la presencia de muchos individuos y sólo pocas especies con características de pioneras.

En el monitoreo del crecimiento de las especies presentes en las cuadrículas de 2 x 3 m (6 m²), se registraron 244 individuos distribuidos en 38 familias, 50 géneros y 77 especies. Se observó el mayor incremento en la cuadrícula de la P2 con una altura de 1.74 m, seguida de la P1 con 0.29 m y a nivel de especie las que presentaron mayor incremento fueron *Lepidoploa patens*, *Ilrbachia alata* *Mabea*

chocoensis, *Inga* sp., *Miconia theazans*, *Clidemia sericea*, *Palicourea leuconeura*.

Desde el punto de vista estadístico, no se encontró diferencia significativa entre la riqueza, abundancia y diversidad de una parcela con otra respecto al tipo de intervención, lo que muestra que las líneas de interconexión eléctrica no influyeron en la regeneración natural de las especies, porque éstas independiente del tipo de intervención antrópica, se encontraron en fases avanzadas del proceso sucesión vegetal, pues los resultados en las diferentes parcelas, indican que su potencial regenerativo es bueno.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, E.** 1997. Power lines and biodiversity in the colombian territory. In: Williams, J.R., Goodrich-Mahoney, J. W., Wisniewsky, J.R., Wisniewsky, J. (eds). *The sixth international symposium on environmental concerns in rights-of-way management*. Oxford: Elsevier science. p. 343-53.
- AUTOCAD LT**, 2002. Autocad Lt versión en español. Tomado de archivos del programa/autocad Lt 2002 esp/editcadmgr.htm.
- Begon, M. L.**, Harper, M. Mortimer. 1986. *Population ecology a unified study of animals and plants*. 2^a ed. London: Blackwell Scientific Publication.
- Connell, J. H.** 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*. 199: 1302-10.
- Convenio ISA-JAUM**. 2000. Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación en índices para la determinación de especies vegetales compatibles con las líneas de transmisión de energía eléctrica. *Gestión y Ambiente*. 7 (2): 1-10.
- Córdoba, J.**, González, D. 2005. *Regeneración natural en claros de un bosque pluvial tropical en Pacurita, Chocó, Colombia*. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología con Énfasis en Recursos Naturales, Quibdó. 56 pp.
- Denslow, J. S.**, G. S. Hartshorn. 1994. Tree fall gap environments and forest dynamic processes. En: *The forest: ecology and natural history of a neotropical rainforest*. L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, G. S. Hartshorn (eds) Chicago, Londres: Univ. Chicago Press; p. 120-7.
- Devia, A.**, D. Cárdenas, A. Cogollo. 1994. Contribución con el estudio florístico de la reserva natural del río

- Escalerete, Buenaventura, Colombia. *En: Libro de memorias Primer Congreso Nacional sobre Biodiversidad*. Cali: Universidad del Valle, Instituto de Estudios del Pacífico, Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto Biopacífico. 567 pp.
- Dubois, J.** 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales, por sistemas naturales y seminaturales. *En: Melo, O., Vargas, R.* (eds.). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Departamento de Ciencias Forestales, Universidad del Tolima; 239 p.
- Etherington, J.** 1982. *Environment and plant ecology*. Chichester: John Wiley. 2001 pp.
- Fernández-Galiano, E., E. Domínguez.** 1985. Las plantas con flores. Barcelona: Editorial Reverte SA. 332 pp.
- Finegan, B.** 1992. *El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas*. Col. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales N° 5. CATIE, Tarrialba, C.R. 29 p.
- Forero, E., A. Gentry.** 1989. *Lista anotada de plantas del departamento del Chocó, Colombia*. Bogotá, DC: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Museo de Historia Natural. Biblioteca José Jerónimo Triana; 142 pp.
- Forero, E., Ordóñez, H.** 1992. *Estudio ecológico estructural del bosque de segundo crecimiento (15-20 años) en el Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca*. Neiva: Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal. p. 177.
- Foster, R., N. Brokaw.** 1992. Estructura e historia de la vegetación de la isla de Barro Colorado. *En: Leigh, E. Jr., A. Rand, D. Windsor* (eds.). *Ecología de un bosque tropical, ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute; p. 113-27.
- García, F., Ramos, Y., Palacios, J., Arroyo, J., Mana, A., González, M.** 2003. *Salero Diversidad Biológica de un Bosque Pluvial Tropical (bp-T)*. Chocó: Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba». Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). Comunidad de Salero, Unión Panamericana. 207 pp.
- Garwood, N.** 1992. Ciclo estacional de germinación de semillas en un bosque semicaducifolio tropical. *En: Leigh, E. Jr., A. Rand, D. Windsor* (eds.). *Ecología de un bosque tropical, ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute; p. 233-69.
- Gentry, A.** 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Choco refuge. *In: Prance, G.* (ed.). *Biological diversification in the tropics*. New York: Columbia University Press. p. 112-34.
- Gentry, A.** 1993. *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú)*. Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Giraldo-Cañas, D.** 1993. Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central. *En: Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*. New York Botanic Garden; p. 159-67.
- Giraldo, P., Murcia, C.** 2004. *Dinámica de claro por mortalidad de árboles en pie en un bosque andino (Risaralda, Colombia)*. *En: Ramírez, B., Macías, D., Varona, G.* (eds.). III Congreso Colombiano de Botánica, Diversidad y Cultura. p. 410.
- Guariguata, M. R., R. Ostertag.** 2002. Sucesión secundaria. *En: Guariguata, M., G. Kattan* (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago: Libro Universitario Regional. 692 pp.
- Hamner, O., D. Harper.** 2003. Programa estadístico Past, versión 1.15. En línea. URL disponible en: <http://folk.uio.no/okammer/past>
- Holdridge, L.** 1979. *Ecología basada en zonas de vida*. Libros y materiales educativos N° 34. San José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 pp.
- Hoyo, S. E., Hernández, J. J., Albert, L.** 1983. Estudio florístico de un bosque en el municipio de San Luis (Antioquia). *Actual Biol.* 12 (44): 47-58.
- Jiménez, Y., Serna, M., Lema, A., Álvarez, E., Rincón, H., Cogollo, A.** 2004. Índice para la determinación de especies vegetales compatibles con las líneas de transmisión de energía eléctrica. *Gestión y ambiente*. 7: 55-68.
- Jordán, C.F.** 1986. Local effects of tropical deforestation. *In: M.E. Soulé* (ed.). *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer Associates Inc Publishers; p. 410-26
- Lamprecht, H.** 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Rossdorf: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ); 335 pp.
- Landrath, W., H. Mazuera.** 1985. *Proveniencias y características de la regeneración natural en un bosque húmedo tropical, después de una tala raza en el bajo Calima, Buenaventura*. Informe de campo. Cali: Cartón Colombia; p. 2-10.
- Laurance, W. F.** 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. *Biol Conserv.* 57: 205-19.
- Laurance, W. F.** 1997. Introduction and synthesis. *Biol Conserv.* 91: 101-7.
- Linares, P.** 1996. Diagnóstico silvicultural de los bosques de segundo crecimiento del área del proyecto

- (Núcleos: las Brisas, Villa Stella y la Estrella). *En: Manejo Comunitario de los bosques de segundo crecimiento*. Bajo Calima, Buenaventura: CONIF-CVC. p.109-80.
- Mahecha, G.** 1997. *Fundamentos y metodologías para la identificación de plantas*. Proyecto Biopacífico, Ministerio del Medio Ambiente, GEF-PNUD. Bogotá, DC: Lerner Ltda. 282 pp.
- Mahecha, G., R. Rodríguez, L. Acero.** 1984. *Estudio dendrológico de Colombia*. Bogotá, DC: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 282 pp.
- Marulanda, L. O.,** Uribe, I., Velásquez, P., Montoya, M., Idárraga, A., López, M., *et al.* 2003. Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). *Composición de plantas vasculares. Actual Biol.* 25 (78): 17-30.
- Melo, O.** 1994. *Estructura y biodiversidad de los bosques húmedos tropicales en las colinas bajas del litoral Pacífico colombiano*. Memorias del Primer Congreso Nacional sobre Biodiversidad-Biopacífico. Cali: Universidad del Valle-Instituto de Estudios del Pacífico, Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto Biopacífico. 567 pp.
- Metzger, J.P.** 2000. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. *Ecol Applic.* 10 (4): 1147-61.
- Oliveira-Filho, A.,** De Melo, J. M., Scolforo, R. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamic within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over five-year period (1987-1992). *Plant Ecol.* 131: 45-66.
- Palacios, J.,** Y. Ramos. 1999. *Estructura de un bosque pluvial tropical (bp-T) en Salero (Tadó-Chocó)*. Trabajo de grado, para optar al título de Biólogo con énfasis en recursos naturales. Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología con énfasis en recursos naturales. Quibdó. 95 pp.
- Palacios, L.** 2002. *Muestreo diagnóstico de la regeneración natural en dos bosques pluviales tropicales (bp-T) en Quibdó y Lloró, Chocó*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología con énfasis en recursos naturales. Quibdó. 57 pp.
- Peralta, R.,** G. S. Hartshorn, D., Lieberman, M. Lieberman. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. *Rev Biol Trop. (supl. 1):* 23-39.
- Pickett, S.,** P. White. 1985. Patch dynamics. A synthesis. *In: Pickett, S., P, White (eds). The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. New York: Academic Press. p. 371-83.
- Plana, E.** 2000. *Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical*. Área de política forestal del Centro Tecnológico Forestal de Catalunya. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Poveda, M.,** C. A. Rojas, A. Rudas, J.O. Rangel. 2004. El Chocó Biogeográfico: Ambiente físico. *En: J. O. Rangel (ed.). Colombia. Diversidad biótica IV. El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. Bogotá, DC: Universidad Nacional de Colombia. 997 pp.
- Ramos, Y.,** Córdoba, J., Gonzáles, D., Serna, D., Panesso, N., García, F. 2004. *Diversidad vegetal en claro en un bosque húmedo del departamento del Chocó, Colombia*. *En: Ramírez, B., Macías, D., Varona, G. (eds.). III Congreso Colombiano de Botánica, Diversidad y cultura*. 78 pp.
- Rangel-Ch. J.,** O. Rivera-Díaz, D. Giraldo-Cañas, C. Parra, O. J. Murillo, I. Gil, *et al.* 2004. *En: Rangel-Ch., J. Colombia. Diversidad biótica IV. El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. Bogotá, DC: Universidad Nacional de Colombia. 997 pp.
- Roussel, M.** 1972. *Photologie forestière*, Paris: Massin; 144 pp.
- Statistical Graphics Corp.** 2002. *Statgraphics Plus version 5.1*. En línea. URL disponible en: www.statgraphics.com
- Triollay, J. M.** 1992. Influence of selective logging on bird species diversity in Guianan. *Rain Forest Cons Biol.* 6: 47-63.