

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA ALEDAÑA A LAS LÍNEAS DE INTERCONEXIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SALERO, CHOCÓ

VEGETATION STRUCTURE IN ADJACENT FOREST TO POWER LINE IN SALERO, CHOCÓ

HARLEY QUINTO MOSQUERA¹, ESTEBAN ÁLVAREZ DÁVILA²

RESUMEN

Se evaluó la estructura del bosque cercano a las líneas de energía en el corregimiento de Salero, con el objetivo de mejorar el manejo de esta vegetación. Para ello, se establecieron ocho parcelas temporales de 10x45 m², ubicadas a partir del borde de la línea de energía hasta 10 m de profundidad en el bosque. En estas parcelas se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de los árboles con DAPe»5 cm. Se calculó la abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia. En general, se registraron 400 individuos arbóreos, distribuidos en 58 especies y 33 familias botánicas. En términos ecológicos, las especies se distribuyeron en: 66.8% pioneras, 27.3% climáxicas y 6% especies rebrotadas. La distribución de las alturas de los árboles ratificó la influencia de la vegetación sobre el funcionamiento de las líneas de energía.

Palabras clave: Distribución diamétrica; Especies pioneras; Especies climáxicas; Bosque secundario; Salero.

ABSTRACT

We evaluated forest structure adjacent to a power line in Salero in order to improve vegetation management. We surveyed 8 temporal plots (10 x 45 m²), located from power line right of way to 10 m deep in forest. We measured tree's diameter at breast height (D.B.H) and tree's total height with D.B.H ≥5 cm. We calculated abundance, frequency, dominance and index of importance value. We registered 400 arboreal individuals distributed in 58 species and 33 families. Species distribution in ecological terms was: 66.8% pioneer species, 27.3% climax species and 6% species that grows from vegetative parts of vestigial individuals. Distribution of tree height confirms influence of vegetation over power line functioning.

Keywords: Distribution of diameter; Pioneer species; Later species; Secondary forest; Salero.

INTRODUCCIÓN

El servicio de transmisión de energía eléctrica a través del territorio colombiano es fundamental para el desarrollo de las diversas actividades económicas, sociales, deportivas y de comunicación que realizan las distintas comunidades. Este servicio requiere de la construcción de torres y líneas de servidumbre (LTE), hecho que genera diferentes niveles de impacto sobre los ecosistemas naturales e intervenidos por donde pasa esta infraestructura; a su vez,

cuando se encuentra en la etapa de operación, la vegetación subyacente y aledaña puede afectar el funcionamiento del sistema construido, en especial en aquellas áreas donde se encuentran especies de rápido crecimiento, altura considerable, hábitos trepadores o de buena combustión. Vélez (2001) observó que en 91.7% de las situaciones problemáticas relacionadas con el funcionamiento de las líneas de interconexión de energía, la causa probable o comprobada fue la alta vegetación en 18 circuitos estudiados entre los años 1996 y 2000 en Colom-

1. Estudiante de Postgrado en Bosques y Conservación Ambiental, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Medellín, Colombia. Grupo de Investigación de la Flora Chocoana, Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia. e-mail: hquintom@unalmed.edu.co hquintom@gmail.com

2. Equipo de Gestión Ambiental, Empresa de Interconexión Eléctrica S. A. (ISA), Medellín, Colombia. e-mail: esalvarez@isa.com.co esalvarez@epm.net.co

Fecha de recibido: Marzo 5, 2010

Fecha de aprobación: Agosto 31, 2010



Figura 1. Ubicación del corregimiento de Salero, Unión Panamericana, Chocó, Colombia.

bia. Por esta razón, normalmente se recurre a la implementación de corredores de servidumbre y a la ejecución permanente de labores de mantenimiento, que generan altos costos y problemas de manejo de vegetación.

En los últimos años, se han realizado esfuerzos para disminuir el problema relacionado con la vegetación en las líneas de transmisión de energía, por lo que se diseñó un indicador como herramienta para evaluar el riesgo que corren las líneas de ser afectadas por la vegetación inferior y circundante. En esta investigación, los valores de alto riesgo asignados por el indicador se presentan en zonas caracterizadas por tener presencia de árboles de gran tamaño, alta humedad, alta precipitación, entre otras, y en general se consideran las zonas boscosas tropicales como de alto riesgo para el sistema de transmisión de energía (Vélez 2001). Incluso, este índice aplicado a las 147 especies con $DAP \geq 2.5$ cm, mostró que las

especies *Cecropia peltata* y *Jacaranda copaia* son las más inconvenientes en los corredores de servidumbre (Jiménez *et al.* 2004). Esto indica que la caracterización de las especies de rápido y lento crecimiento en estos bosques, es una información útil para las empresas de transmisión de energía, pues permitirá desarrollar planes de manejo de vegetación en sistemas de transmisión nacional.

Este riesgo está determinado por diversos factores y uno de los más importantes es la velocidad de crecimiento de los árboles, que depende sobre todo de variables como las especies, el clima y el suelo. Mediante la caracterización de la vegetación que crece bajo las líneas de energía se pueden diseñar e implementar planes de manejo que mitiguen el riesgo. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue caracterizar la estructura y composición (*en términos de las especies de rápido y lento crecimiento*) de la vegetación aledaña a las líneas de interconexión de energía, con el propósito de que los resultados e información permitan mejorar el manejo de la vegetación en los corredores de servidumbre de energía de Colombia.

ÁREA DE ESTUDIO

La caracterización de la estructura y composición florística de la vegetación aledaña al sistema de transmisión de energía (STN) se realizó en la línea de interconexión eléctrica La Virginia-Cértegui a 115 KV Chocó, en cercanías al corregimiento de Salero, en el municipio de Unión Panamericana, departamento del Chocó (Figura 1). La vegetación corresponde a la zona de vida de bosque pluvial tropical, con precipitación promedio anual de 10.000 mm, temperatura promedio de 25°C, altura so-

bre el nivel del mar entre 100 y 150 metros y una humedad relativa de 90% (García *et al.* 2003). Este ecosistema está dominado por las familias: Sapotaceae, Lecythidaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Mirysticaceae, Chrysobalanaceae, Moraceae, Clusiaceae, Caesalpiniaceae, Vochysiaceae, Apocynaceae, Fabaceae y Bombacaceae (Asprilla *et al.* 2003). Asimismo, las especies predominantes están el juanchito (*Mabea chocoensis*), palma de mil pesos (*Jessenia 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 (Palacios *et al.* 2003).

Sistema de transmisión de energía de Interconexión Eléctrica SA (ISA). El Sistema de Transmisión Nacional (STN) es el medio que permite viabilizar las transacciones entre generadores y comercializadores. En Colombia existe un único sistema interconectado con redes que enlazan las plantas de generación con los centros de carga de la región andina, los litorales Atlántico y Pacífico, y parte de los Llanos Orientales. En la actualidad existen once empresas encargadas de la actividad de la transmisión, siendo Interconexión Eléctrica S.A. (ISA) la mayor de ellas, con más de 75% de propiedad de la red del STN.

Especificaciones técnicas de la infraestructura. ISA cuenta con 1449 km de líneas a 500 kW, 6.456 km a 230 kW y 61 km a 115 kW y 40 subestaciones atendidas por cinco Centros de Transmisión de Energía (CTE) ubicados en el norte, centro, noroccidente, sur occidente y oriente del país. La transmisión de energía se efectúa a través de un cable conductor que cuelga entre torres y está aislado de la tierra por el aire.

Las torres. Se construyen con perfiles de acero galvanizado. Los tipos de torres que se utilizan usualmente en Colombia para líneas de transmisión de 230 kW, según su función en la línea, son: Tipo A

suspensión, Tipo AA suspensión con ángulo de deflexión de línea menor a 2°, Tipo B retención liviana, Tipo C retención intermedia y Tipo D/E retención pesada o terminal. Estas torres son autoportadas, para doble circuito con configuración vertical y para circuito sencillo con disposición horizontal. La distancia entre torres varía según la topografía, pero es en promedio de 50 a 1500 m. Las cimentaciones más comunes son en parrilla metálica (liviana o pesada) y en concreto reforzado (zapata o pata de elefante). Cada tipo se escoge de acuerdo con la capacidad portante del terreno y los esfuerzos máximos que soporta cada estructura. La altura de las torres es de 13 a 15 m.

Las líneas de transmisión. La línea de transmisión es el elemento para el transporte de la energía del punto emisor al receptor, siendo en la mayoría de los casos de tipo aérea. Las líneas de transmisión que hacen parte del Sistema de Interconexión Nacional (SIN) transportan energía con voltaje de 230 kW y 500 kW. Una línea de transmisión de energía eléctrica (LTE) está constituida por los conductores, la cadena de aisladores, la estructura de apoyo y soporte (torres) y los elementos de protección. Los conductores son cables con hilos de aluminio y acero, de diferentes tipos según el diseño que se pretenda implementar. El aluminio se utiliza por las ventajas del bajo peso comparado con el cobre, formando configuraciones de uno o dos circuitos trifásicos para el transporte de energía.

MÉTODOS

Establecimiento de parcelas y medición de los árboles. En el bosque secundario aledaño a las líneas de interconexión de energía eléctrica cercano a Salero, se dispusieron ocho parcelas temporales de 10x45 m², a partir del borde de la línea de energía hasta diez metros de profundidad en el bosque; las parcelas se ubicaron de forma paralela a lo largo del sistema de transmisión eléctrica y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de todos los árboles presentes con DAP \geq 5 cm.

Los individuos se colectaron para su posterior caracterización, se identificó su grupo ecológico y su estrategia de crecimiento, ya sea por rebrote o normal.

El DAP se midió con cinta diamétrica o métrica; en el último caso se realizó la conversión de circunferencia a diámetro, con posterior marcación con pintura amarilla para realizar futuras mediciones en la misma zona de la primera medición. Estas mediciones se hicieron en áreas libres de nudos o ramas, es decir, en la zona más cilíndrica posible del árbol. Se identificó además el hábito de crecimiento en las categorías árbol, bejuco o liana y palma, las características vegetativas como estado de fertilidad y observaciones particulares. La medición de las alturas de los árboles se realizó con clinómetro *Suunto* a distancias fijas de 15 y 20 m (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Identificación botánica. Se identificaron todas las morfoespecies hasta el máximo nivel taxonómico posible (*NN*, especie, género, familia botánica) en el herbario Chocó de la Universidad Tecnológica del Chocó «Diego Luis Córdoba». Esta identificación se llevó a cabo mediante las claves especializadas de Gentry (1993) y Mahecha (1997).

Clasificación en grupos ecológicos de especies. Las especies identificadas taxonómicamente se clasificaron de acuerdo con sus requerimientos de luz en climáticas y pioneras, de conformidad con lo propuesto por Whitmore (1998). Además se empleó información de varios listados e inventarios de especies que incluían sus características ecológicas. Entre los listados que se emplearon están los citados por Swaine y Hall (1983), Whitmore (1998), Turner (2001), Unalmed (2001) y Corantioquia (2006), y los inventarios realizados por Córdoba *et al.* (2005) en claros naturales en bosques del Chocó, en los que se mencionan sobre todo las especies pioneras o demandantes de luz.

Evaluación de estructura del bosque (distribu-

ción diamétrica y en alturas, abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia *IVI*). Para evaluar la estructura de los bosques se empleó la información de DAP y altura total registrada en campo en cada una de las parcelas. Se evaluó la cantidad de individuos en cada una de las siguientes siete categorías diamétricas: 1 (5-10 cm), 2 (10-15 cm), 3 (15-20 cm), 4 (20-25 cm), 5 (25-30 cm), 6 (30-35 cm) y 7 (≥ 35 cm). Y en las categorías de alturas: 1 (3-6,8 m), 2 (6,8-10,7 m), 3 (10,7-14,5 m), 4 (14,5-18,4 m), 5 (18,4-22,2 m), 6 (22,2-26,1 m) y 7 (26,1-30 m).

La abundancia se evaluó como *abundancia absoluta* (*Aba*)=número de individuos por especie (*ni*). Y como *abundancia relativa* (*Ab%*)= $(ni / N) \times 100$ donde: *ni*=Número de individuos de la *i*ésima especie y *N*=Número de individuos totales en la muestra. La frecuencia se evaluó como *frecuencia absoluta* (*Fra*)=Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100%=existencia de la especie en todas las subparcelas y como *frecuencia relativa* (*Fr%*)= $(Fi/Ft) \times 100$, donde: *Fi*=Frecuencia absoluta de la *i*ésima especie; *Ft*=Total de las frecuencias en el muestreo.

La dominancia se evaluó como *dominancia absoluta* (*Da*)= $Gi = (p/40000) * DAP^2$, donde: *Gi*=Área basal en m² para la *i*ésima especie. *DAP*=Diámetro normal en cm de los individuos de la *i*ésima especie. $p=3.1416$. Además, como *dominancia relativa* (*D%*)= $(Gi/Gt) \times 100$, donde: *Gt*=Área basal total en m² del muestreo, *Gi*=Área basal en m² para la *i*ésima especie. Y por último, el *Índice de Valor de Importancia (IVI)* se calculó como la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Así: $IVI = Ab\% + Fr\% + D\%$ (Melo y Vargas 2003).

Para evaluar las relaciones altura vs. DAP de las especies (total, pioneras y especies más abundantes), se realizaron análisis de regresión lineal simple y doble cuadrado, de las siguientes formas:

1) *lineal* $Y = a + b * X$

Tabla 1
Abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia de las especies aledañas a las líneas de interconexión de energía de Salero, Chocó

Especie	Familia botánica	Grupo ecológico	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI
<i>Cespedezia macrophylla</i>	Ochnaceae	Pionera	38	9,5	50	2,40	0,71	10,10	21,99
<i>Apeiba membranacea</i>	Tiliaceae	Pionera	19	4,75	75	3,59	0,86	12,19	20,53
<i>Xylopia columbiana</i>	Annonaceae	Climáxica	20	5	75	3,59	0,78	11,05	19,65
<i>Miconia simplex</i>	Melastomataceae	Pionera	33	8,25	75	3,59	0,14	1,93	13,77
<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae	Pionera	15	3,75	87,5	4,19	0,41	5,81	13,75
<i>Inga lopodenia</i>	Mimosaceae	Climáxica	17	4,25	87,5	4,19	0,28	4,04	12,49
<i>Parkia pendula</i>	Mimosaceae	Climáxica	15	3,75	75	3,59	0,33	4,66	12,00
<i>Simaruoba</i> sp.	Simaruobaceae	Pionera	13	3,25	50	2,40	0,31	4,43	10,07
<i>Chrysophyllum</i> sp.	Sapotaceae	Climáxica	17	4,25	62,5	2,99	0,15	2,06	9,31
<i>Amphidasya ambigua</i>	Rubiaceae	Pionera	14	3,5	50	2,40	0,19	2,63	8,53
<i>Miconia punctata</i>	Melastomataceae	Pionera	13	3,25	62,5	2,99	0,10	1,40	7,64
<i>Vismia laevis</i>	Clusiaceae	Pionera	12	3	62,5	2,99	0,08	1,20	7,19
<i>Guarea</i> sp.	Meliaceae	Climáxica	10	2,5	62,5	2,99	0,12	1,67	7,17
NN	Arecaceae	Pionera	7	1,75	50	2,40	0,20	2,81	6,95
<i>Iryanthera</i> sp.	Myristicaceae	Climáxica	8	2	37,5	1,80	0,22	3,11	6,91
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Pionera	6	1,5	50	2,40	0,16	2,29	6,19
<i>Xylopia</i> sp.	Annonaceae	Pionera	3	0,75	37,5	1,80	0,23	3,31	5,85
<i>Eschweilera pittieri</i>	Lecythidaceae	Climáxica	9	2,25	37,5	1,80	0,08	1,19	5,23
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Climáxica	4	1	50	2,40	0,11	1,53	4,93
<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae	Pionera	6	1,5	37,5	1,80	0,11	1,51	4,81
Otras especies			121	30,25	912,5	43,8	1,51	21,09	95,07
Total general			400	100	2087,5	100,00	7,04	100,00	300,00

AA: abundancia absoluta, AR: abundancia relativa, FA frecuencia absoluta, FR: frecuencia relativa, DA: dominancia absoluta, DR: dominancia relativa, IVI: índice de valor de importancia

2) *doble cuadrado* $Y = \sqrt{a + b \cdot X^2}$, en los que, Y es la variable dependiente (altura total de los árboles), X son las variables independientes (DAP), a y b son los parámetros de la regresión, y $\sqrt{\quad}$ calcula la raíz cuadrada del valor no negativo de X . Los análisis se realizaron con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statistical Graphics Corp. 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el bosque aledaño a las líneas de energía eléctrica de Salero, Chocó, se registraron en total 400 individuos arbóreos, distribuidos en 58 especies y

33 familias botánicas. En este bosque, las especies más abundantes y de mayor importancia ecológica fueron *Cespedezia macrophylla*, *Apeiba membranacea*, *Xylopia columbiana*, *Miconia simplex* y *Symphonia globulifera*, entre otras (Tabla 1), mientras que las especies que presentaron sólo un individuo fueron *Pouteria* sp., *Eschweilera oligosperma*, *Richeria* sp., *Helianthostylis sprucei* y *Brosimum guianensis*, entre otras, en su mayoría climáxicas.

Las familias botánicas con mayor peso ecológico registradas en Salero fueron: Ochnaceae, Annonaceae, Mimosaceae, Tiliaceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Sapotaceae y Rubiaceae, entre

Tabla 2
Abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia de las familias botánicas cercanas a las líneas de interconexión de energía de Salero, Chocó

Familia botánica	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI
Ochnaceae	46	11,5	62,5	3,65	0,79	11,19	26,34
Annonaceae	23	5,75	87,5	5,11	1,01	14,36	25,22
Mimosaceae	32	8	100	5,84	0,61	8,70	22,54
Tiliaceae	19	4,75	75	4,38	0,86	12,19	21,31
Clusiaceae	30	7,5	100	5,84	0,52	7,42	20,76
Melastomataceae	46	11,5	100	5,84	0,23	3,33	20,67
Sapotaceae	26	6,5	75	4,38	0,21	2,99	13,87
Rubiaceae	20	5	62,5	3,65	0,24	3,45	12,10
Simarubaceae	13	3,25	50	2,92	0,31	4,43	10,60
Arecaceae	13	3,25	75	4,38	0,15	2,10	9,73
Cecropiaceae	8	2	75	4,38	0,22	3,19	9,57
Vochysiaceae	9	2,25	62,5	3,65	0,14	1,94	7,83
Meliaceae	10	2,5	62,5	3,65	0,12	1,67	7,82
Myristicaceae	8	2	37,5	2,19	0,22	3,11	7,30
Bombacaceae	6	1,5	50	2,92	0,19	2,70	7,12
Lecythidaceae	10	2,5	50	2,92	0,10	1,39	6,81
Anacardiaceae	6	1,5	50	2,92	0,16	2,29	6,71
NN	6	1,5	37,5	2,19	0,19	2,75	6,44
Burseraceae	5	1,25	50	2,92	0,11	1,63	5,80
Sterculiaceae	6	1,5	50	2,92	0,08	1,14	5,55
Otras familias	58	14,5	400	23,36	0,56	8,05	45,9
Total general	400	100	1712,5	100,00	7,04	100,00	300,00

AA: abundancia absoluta, AR: abundancia relativa, FA frecuencia absoluta, FR: frecuencia relativa, DA: dominancia absoluta, DR: dominancia relativa, IVI: índice de valor de importancia

otras (Tabla 2), que estuvieron representadas en su mayoría por especies pioneras (Tabla 1). Mientras que las familias con menor índice de valor de importancia ecológica fueron Myrtaceae, Olacaceae, Verbenaceae, Papilionaceae, Chrysobalanaceae, Fabaceae, Moraceae y Icacinaceae, entre otras, representadas en su mayoría por individuos de especies climáticas.

La vegetación se caracterizó por ser un mosaico de especies de diferentes grupos ecológicos, por tanto fue común encontrar en estos bosques, especies pioneras (66.8%) que colonizaron la zona luego del disturbio, especies climáticas (27.3%) que sobre-

vivieron al disturbio por estar alejadas de las líneas de energía, o por ser de poca importancia económica para la comunidad, y también se registraron especies que han rebrotado (6%) (Figura 2), climáticas y pioneras, luego de haberlas cortado como es el caso de *Xylopia columbiana* (con siete individuos), *Cespedezia macrophylla* (cuatro individuos) y *Matisia* sp. (tres individuos), entre otras. En general, la vegetación cercana a las líneas de interconexión eléctrica de Salero, Chocó, estuvo dominada por especies pioneras, que se caracterizan por ser especies demandantes de luz y de rápido crecimiento, en especial en altura (Budowski 1986; Melo y Vargas 2003), que probablemente han ger-

construcción de las líneas de energía.

La mayoría de los individuos se presentaron en la categoría diamétrica de entre 5 y 10 cm. Asimismo, en la medida en que incrementó el DAP, disminuyó de manera notable la abundancia de individuos, siguiendo la tendencia de «*J invertida*» que caracteriza a los bosques tropicales. En este bosque, sólo cinco individuos presentaron un diámetro mayor de 35 cm (Figura 3). Por otro lado, la distribución de los árboles por rangos de altura mostró que la mayoría (149 árboles) de los individuos presentaron una altura entre 8 y 10 m. A partir de esta categoría, la cantidad de individuos disminuyó con el aumento en la altura de los árboles, a tal punto que solo se registró un individuo con una altura cercana a los 28 m. Asimismo, en la zona fueron pocos los individuos (sólo 12 árboles) que presentaron una altura total cercana a 5 m (Figura 4).

Las zonas cercanas a las líneas de energía se caracterizan por presentar alta luminosidad, por el disturbio, con lo que se favorece el crecimiento en altura de las especies pioneras. Así se evidenció en Salero, Chocó, en donde se registraron valores altos de altura total de los árboles (valores mayores a 15 m en cerca de 100 individuos) (Figura 4), en zonas en las que se ha realizado mantenimiento a la vegetación (cortes de individuos grandes) más o menos cada dos años; esto muestra el rápido crecimiento en altura de la vege-

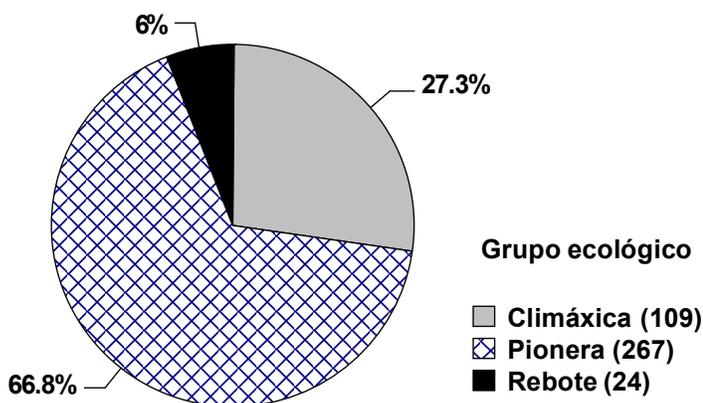


Figura 2. Distribución de individuos en grupos ecológicos de especies (climáticas, pioneras y rebotes) en la vegetación cercana a las líneas de energía eléctrica en Salero, Chocó.

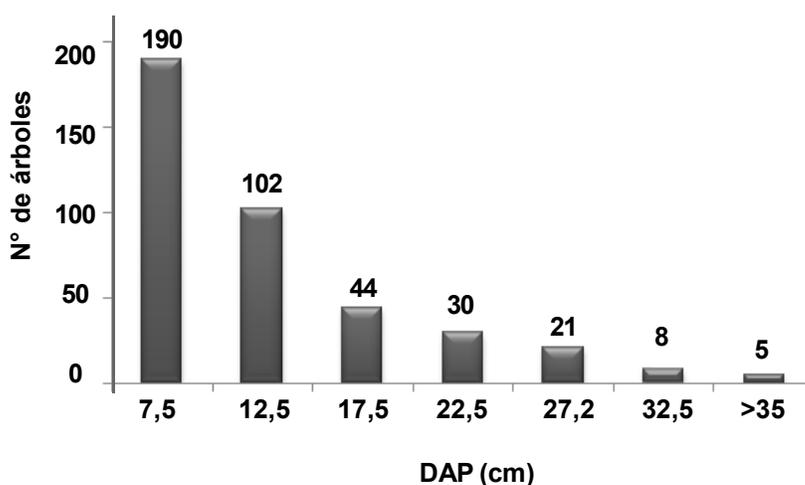


Figura 3. Distribución diamétrica de los individuos presentes en el bosque.

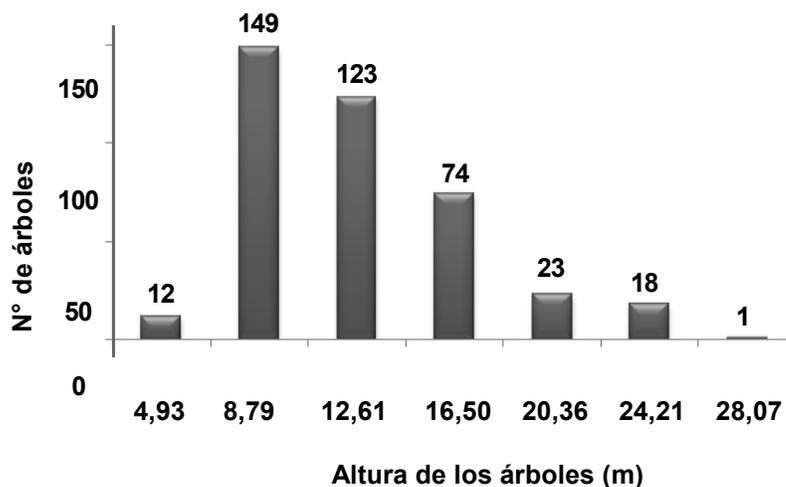


Figura 4. Distribución de la altura de los individuos presentes en el bosque cercano a las líneas de energía eléctrica de Salero, Chocó.

Tabla 3
Promedio de las alturas totales de las especies arbóreas cercanas a las líneas de interconexión de energía de Salero, Chocó

Especies	Individuos	Promedio de alturas totales
<i>Xylopia columbiana</i>	20	19,9308
<i>Xylopia</i> sp.	3	18,499
<i>Pourouma chocoana</i>	4	18,303
<i>Hymenaea oblongifolia</i>	2	18,0724
<i>Ceiba pentandra</i>	3	17,7198
<i>Simaruoba</i> sp.	13	16,8001
<i>Matisia</i> sp.	3	16,7
<i>Pollalesta discolor</i>	3	15,95
<i>Pouteria</i> sp.	1	15,6877
<i>Parkia pendula</i>	15	15,4412
<i>Apeiba membranacea</i> Spr.	19	14,5767
<i>Oenocarpus bataua</i>	2	14,5129
<i>Symphonia globulifera</i>	15	14,335
<i>Iryanthera</i> sp.	8	13,8833
<i>Isertia pittieri</i>	6	13,7237
<i>Cespedezia macrophylla</i>	38	13,708

* Se presentan las 20 especies con los valores más altos

tación y su fuerte influencia sobre el funcionamiento de las líneas de energía, que en promedio miden entre 13 y 15 m de altura en Salero. Además, las especies pioneras registradas en Salero, como *Cecropia* sp., *Cespedezia macrophylla*, *Apeiba membranacea*, *Xylopia* sp., *Pourouma chocoana*; ratifican lo informado por Jiménez *et al.* (2004) quienes mediante un índice aplicado a 147 especies con $DAP \geq 2,5$ cm, mostraron que las especies *Cecropia peltata* y *Jacaranda copaia* son las más inconvenientes en los corredores de servidumbre (Jiménez *et al.* 2004), estas especies son propiamente pioneras.

La especie *Xylopia columbiana* registró el mayor promedio en altura total de la zona, con una media de 19.93 m. Asimismo, las cinco especies con mayor altura promedio fueron: *Xylopia* sp., *Pourouma chocoana*, *Hymenaea oblongifolia*, *Ceiba pen-*

tandra y *Simaruoba* sp., entre otras. Estas especies presentaron una altura promedio superior a 15 m; la mayoría de ellas son pioneras (Tabla 3). Cabe mencionar que los individuos con mayor altura registrados en este estudio fueron: *Simaruoba* sp. (27.68 m), *Iryanthera* sp. (25.71 m), *Xylopia columbiana* (25.71 m), *Apeiba membranacea* (24.8 m) y *Pourouma chocoana* (24.8 m), entre otras; en su mayoría son individuos pertenecientes a especies pioneras.

La relación entre la altura total y el DAP de todos los árboles registrados cerca de las líneas de energía en Salero, fue significativa ($R^2=48.96$; $p=0,000$) (Figura 5A). De igual forma, la relación de altura y el DAP de las especies pioneras registradas, fue significativa ($R^2=51.83$; $p=0,000$) (Figura 5B). En estas relaciones, la mayoría de los árboles presentaron DAP inferiores a 20 cm, a pesar de tener valores altos de altura (Figura 5).

Por otro lado, las relaciones altura vs. DAP de las especies más abundantes (*Cespedezia macrophylla*, *Apeiba membranacea* y *Miconia simplex*) fueron significativas, pero con tendencias diferentes (Figura 6). En esa medida, en la especie *Cespedezia macrophylla* se registraron alturas totales de hasta 17 m en individuos con DAP de 10 cm. Por su parte, en la especie *Apeiba membranacea* se registraron las mayores alturas totales, comparadas con las otras especies de alta abundancia, así en esta especie se midieron alturas de hasta 25 m. Por último, las tendencias que se registraron en la especie *Miconia simplex*, mostraron que a pesar de la gran abundancia de individuos (30 árboles), estos tuvieron en general muy poca altura (menor a 12 m) y bajos valores en DAP (Figura 6), a pesar de que se presentaban, por lo general, en altas densidades de individuos. Esto comprobó el efecto diferencial de las especies pioneras sobre las líneas de energía, pues estas líneas tienen una altura entre 13 y 15 m, con lo que, se puede aseverar que las especies *Cespedezia macrophylla* y *Apeiba membranacea* pueden tener más influencia sobre las líneas de energía, en comparación con *Miconia simplex*, por las diferencias en altura total.

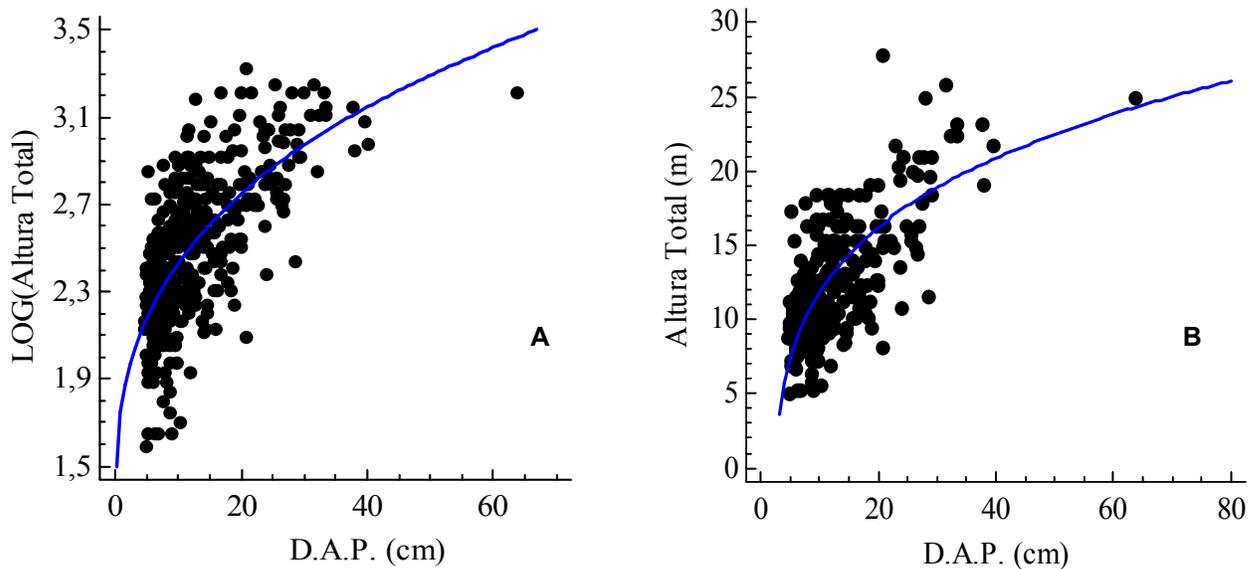


Figura 5. Relación de la altura total y el diámetro en el bosque de Salero cercano a las líneas de interconexión de energía. **A.** Relación altura vs. DAP de todos los árboles muestreados. Modelo generado: $\text{LOG}(\text{Altura Total}) = \sqrt{1,92133 + 1,2622 * \sqrt{\text{DAP}}}$. $r^2 = 48,96$. $N = 399$. **B.** Relación altura vs. DAP de las especies pioneras muestreadas. Modelo generado: $\text{Altura total} = \sqrt{-154,172 + 93,2355 * \sqrt{\text{DAP}}}$. $r^2 = 51,83$. $N = 274$.

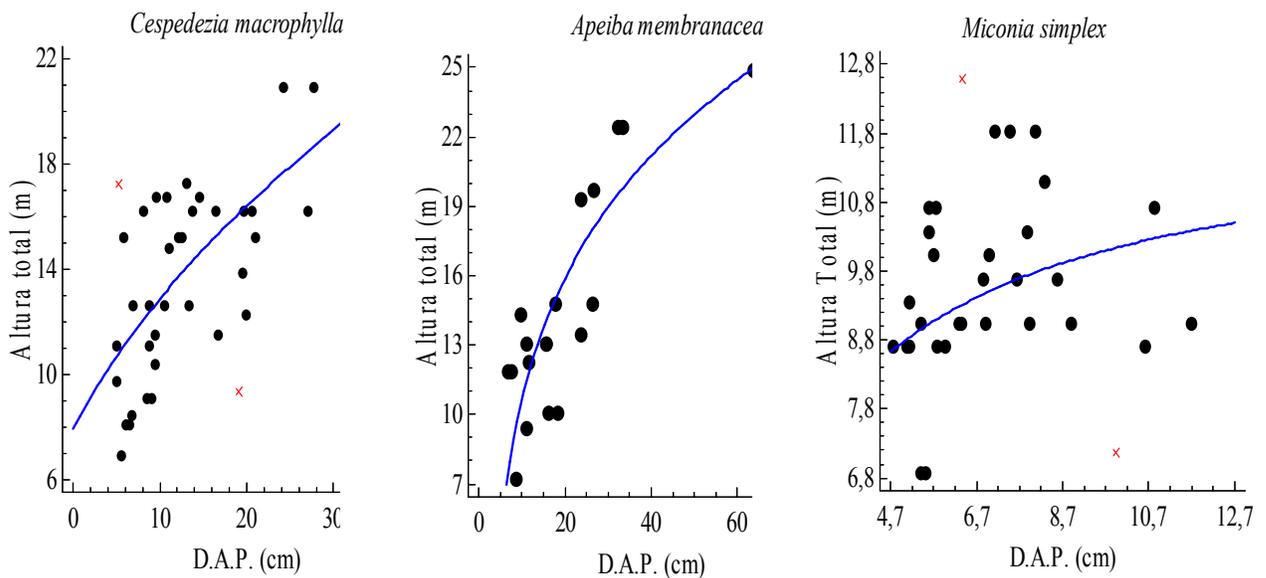


Figura 6. Relación de la altura total y el diámetro de las especies pioneras más abundantes.
 Modelo generado de *Cespedezia macrophylla*: $\text{Altura total} = \sqrt{62,3135 + 10,3566 * \text{DAP}}$. $r^2 = 56,6$. $N = 35$.
 Modelo generado de *Apeiba membranacea*: $\text{Altura total} = \sqrt{-219,412 + 105,586 * \sqrt{\text{DAP}}}$. $r^2 = 75,11$. $N = 18$.
 Modelo generado de *Miconia simplex*: $\text{Altura total} = 1 / (0,0830697 + 0,154553 / \text{DAP})$. $r^2 = 13,49$. $N = 30$.

En Salero, las especies climácicas (27.3%) sobrevivieron al disturbio por estar alejadas de las líneas de energía, o por ser de poca importancia económica para la comunidad; éste es el caso de la especie *Iryanthera* sp., que es de poca importancia eco-

nómica para la comunidad, por lo que se registraron individuos de hasta 25.4 m de altura. Por otro lado, el hecho de que 6% de la vegetación fuese rebrote es de preocupante consideración con respecto al funcionamiento de las líneas de energía, pues

estos son individuos que a pesar de ser cortados a la altura del pecho (alrededor de 1.6 m), son árboles que conservan su sistema radicular, por lo que sus tasas de crecimiento pueden ser altas y pueden llegar a presentar alturas similares a las de los individuos que han germinado de manera normal, como es el caso de *Xylopia columbiana* que presentó un promedio de 19.9 m en altura.

ANOTACIONES RELACIONADAS CON EL MANEJO DE LA VEGETACIÓN CERCANA A LAS LÍNEAS DE ENERGÍA EN SALERO, CHOCÓ

En Salero, bajo las líneas de interconexión eléctrica, las comunidades locales han sembrado pequeños cultivos de pan coger, como: piña, yuca y plátano. Esto representa un verdadero peligro para la comunidad, pues la presencia constante de agricultores bajo las líneas de energía, se puede considerar como de alto riesgo, teniendo en cuenta que cualquier accidente puede ser mortal.

Por lo general, las líneas de interconexión de energía se encuentran ubicadas cerca de las comunidades locales, esta situación genera que en la zona, las personas constantemente obtienen recursos (como *madera y alimentos*) de estos bosques. Particularmente, en Salero, bajo las líneas de interconexión eléctrica, las comunidades locales han sembrado pequeños cultivos de pan coger, como piña, yuca y plátano. Esto representa un verdadero peligro para la comunidad, pues la presencia constante de agricultores bajo las líneas de energía, se puede considerar como de alto riesgo, teniendo en cuenta que cualquier accidente puede ser mortal.

CONCLUSIÓN

Para disminuir los riesgos de accidentes para la comunidad y para el funcionamiento de las líneas de energía, se recomienda realizar mantenimiento a la vegetación cada 18 meses, prestando especial atención a las especies pioneras como *Xylopia columbiana*, *Cespedezia macrophylla*, *Apeiba membranacea*, *Xylopia* sp., *Pourouma chocoana*,

Hymenaea oblongifolia, *Ceiba pentandra* y *Simaruoba* sp., que presentaron valores altos de altura totales en Salero, a diferencia de la especie *Miconia simplex* que presentó una alta abundancia y baja altura promedio (9.5 m). Además, es fundamental ubicar las líneas de energía eléctrica lo más alejadas posible de las comunidades rurales.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue cofinanciado por la Empresa de Interconexión Eléctrica S. A. (ISA) de Medellín y la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, mediante el programa de becas del Fondo de Investigaciones (ISA)-Universidad Nacional, febrero-marzo 2008, en el marco del proyecto «*Crecimiento y productividad del bosque en un gradiente altitudinal: Efectos potenciales en el funcionamiento del sistema de transmisión de energía de Colombia*». De igual forma, fue fundamental el apoyo financiero brindado por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología «Francisco José de Caldas» (COLCIENCIAS), mediante su programa de Jóvenes Investigadores año 2008.

LITERATURA CITADA

- Asprilla, A., Mosquera, C. M., Valoyes, H. Q., Cuesta, H., García, F. 2003. *Composición florística de un bosque pluvial tropical (bp-T) en la parcela permanente de investigación en biodiversidad (PPIB) en Salero, Unión Panamericana, Chocó*. En: García, F., Ramos, Y., Palacios, J., Arroyo, J. E., Mena, A., González, M. (eds.). SALERO Diversidad biológica de un bosque pluvial tropical (bp-T). Bogotá, DC: Editora Guadalupe Ltda. p. 39-44.
- Budowski, G. 1986. *Distribución de especies arbóreas de los bosques tropicales de las Américas, a la luz del proceso sucesional*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Mimeografiado. 18 pp.
- CORANTIOQUIA. 2006. *Diversidad y productividad de los bosques de Antioquia*. Proyecto «Manejo y conservación de la flora». Informe final. Primera fase. Medellín: CORANTIOQUIA, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. p. 87.
- Córdoba, J. A., González, D., Ramos, Y. A., Serna, D. Y.,

- Panesso N. A. 2005. Regeneración natural en claros de un bosque pluvial tropical en Pacurita, Chocó, Colombia. *Revista Institucional. Universidad Tecnológica del Chocó* 23: 11-9.
- García, F., Ramos, Y., Palacios, J., Arroyo, J. E., Mena, A., González, M. 2003. *SALERO Diversidad biológica de un bosque pluvial tropical (bp-T)*. Bogotá, DC: Editorial Guadalupe Ltda. .
- Gentry, A. 1993. *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South American*. Conservation International. 895 pp.
- Jiménez, Y. A., M. Serna G., A. Lema T., E. Álvarez D., H. Rincón H., A. Cogollo. 2004. Índice para la determinación de especies vegetales compatibles con las líneas de transmisión de energía eléctrica. *Gestión y Ambiente*. 7(2): 36-48.
- 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.
- Melo, V., R. Vargas. 2003. *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA.
- Mostacedo, B., T. Fredericksen. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz: Editora El País; p. 87.
- Statistical Graphics Corporation. 2002. Statgraphics Plus Version 5.1. En línea. URL disponible en: <http://www.statgraphics.com>
- Swaine M. D., J. B. Hall. 1983. Early succession on cleared forest land in Ghana. *J Ecol*. 71 (2): 601-27.
- Turner I. M. 2001. *The ecology of trees in the tropical rain forest*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Unalmed, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 2001. *Evaluación de las plantaciones de Acacia mangium Willd en áreas degradadas del Bajo Cauca*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. CORANTIOQUIA. Informe Técnico. 325 pp.
- Vélez A. M. 2001. *Índice para la evaluación del riesgo de afectación de las líneas de transmisión eléctrica por la vegetación*. Posgrado en Gestión Ambiental con énfasis en Proyectos Energéticos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Whitmore T. C. 1998. *An introduction to tropical rain forests*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.