

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Aplicación del análisis discriminante en la diferenciación de sustratos para la producción de plántulas de <i>Talipariti elatum</i> (Sw) Frixell Application of discriminant analysis in differentiation of substrates for the production of plantlets <i>Talipariti elatum</i> (Sw) Frixell <i>M.Sc. Marilyn Alonso-López, Dra. Gretel Geada-López, Dr. Yasiel Arteaga-Crespo y Dr. Yudel García-Quintana</i>	3
2	Estimación de la biomasa de follaje verde de las plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i> Bisse en la provincia de Granma, Cuba Estimate of the biomass of green foliage of the plantations of <i>Pinus maestrensis</i> Bisse at the Granma province, Cuba <i>Dr. C. Wilmer Toirac-Argüelle, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Dr. C. Héctor Barrero-Medel, Dr. C. Alberto Vidal-Corona y Dr. C. Arlety Ajete-Hernández</i>	11
3	Influencia del grosor de corteza en la determinación del carbono en <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> B. & G. en las condiciones de Guamuhaya, provincia de Sancti Spiritus Influence of bark thickness on carbon determination in <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> B. & G. in Guamuhaya conditions, Sancti Spiritus province <i>M. Sc. Yenía Molina-Pelegri, Dr. C. Juan C. Castro-Palacios, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, M. Sc. Adonis Sosa-López y M. Sc. Lizyda Paredes-Morejón</i>	17
4	Quemas prescritas, una alternativa en el manejo forestal integral en ecosistemas de coníferas Prescribed burns as an alternative in the integral forest management in coniferous ecosystems <i>Dr. C. Isyael Urrutia-Hernández, M. Sc. Beatriz Rodríguez-Alfaro, Téc. Florencio R. Ramos-Ramos, Ing. José. A. Hernández-Abreu, Dr. C. José G. Flores-Garnica, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Ing. Lorenza Martínez-González y Dr. C. Luis Wilfredo Martínez Becerra</i>	25
5	Orquideas epífitas como especies indicadoras de perturbaciones en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario Epiphyte orchids as indicative species of disturbances in the west sector of the Biosphere Reserve Sierra del Rosario <i>Dra. C. Surima Orta-Pozo</i>	33
6	Estado de las plantaciones protectoras de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland en el río Cuyaguaje State of the plantations protectors of <i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland in the river Cuyaguaje <i>Dra. C. Elsa M. Cordero-Miranda, Dr. C. Yudel García-Quintana, Dr. C. Antonio Escarré-Estévez, Ing. Miguel Álvarez-González, Dr. C. José A. Bravo-Iglesias, Ing. Mario J. Cordero-Collado y M. Sc. Yoslaidy Cordero-Miranda</i>	41
7	Diagnóstico del componente forestal apícola presente en el bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa Diagnosis of the melliferous forestry component present in the forest of the Agroforestry Experimental Station of Guisa <i>Ing. Yunior Álvarez-Góngora y M. Sc. José L. Rodríguez-Sosa</i>	47
8	Restauración de áreas degradadas de la comunidad Los Cerezos, en la franja costera sur de Guantánamo, Cuba Restoration of degraded areas of The Cherry Trees community in the south coastal fringe of Guantánamo, Cuba <i>Ing. Illovis Fernández-Betancourt, M. Sc. Teudy. Limeres-Jiménez, M. Sc. Albaro Blanco-Imbert, Lic. Marianela Cintra-Arencibia, Ing. Indira Plutín-Simón y Téc. Antonio Pineda-Labaño</i>	55
9	Propiedades y usos de la madera de <i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O. F. Cook. (palma real) Properties and uses of wood <i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O. F. Cook. (palma real) <i>Dr. C. Pedro P. Henry-Toriente, Dr. C. Juan M. García-Delgado, Téc. María V. García-Mantilla, y Téc. Israel Moreno-Caro</i>	63
10	Remoción de carbono por el patrimonio forestal cubano: la Empresa Forestal Integral Ciego de Ávila Carbon removed from Cuban forestry patrimony: Forestry Enterprise Ciego de Ávila <i>Dra. Alicia Mercadet-Portillo, Dr. Arnaldo F. Álvarez-Brito, Ing. Eusebio Rosales-Ordoñez y Esp. Yodelvis Rivera-Pelegri</i>	73
11	Regeneración natural del bosque seco de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local Natural regeneration of tropical dried forest in the province of Loja and usage for local management <i>Dr. C. Zhofre Aguirre-Mendoza y Dra. C. Gretel Geada-López</i>	79
12	Contribución a la sostenibilidad en las Fincas Forestales Integrales de la Unidad Empresarial de Base Agroindustrial Bahía Honda, provincia de Artemisa, Cuba Contribution to sustainable integrated Forest Farms Belonging to minor Enterprise Agroindustrial United of Bahía Honda, Artemisa province, Cuba <i>M. Sc. Efraín A. Calzadilla-Zaldívar, Dr. C. Pedro A. Álvarez-Oliveras, Dr. C. Katia Manzanares-Ayala y Lic. Raúl Echevarría-Vales</i>	87
13	Diagnóstico del arbolado urbano en la Circunscripción 71, municipio de Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba Urban diagnosis of the tree-lined one in Circunscripción 71, municipality Plaza de la Revolución, Havana, Cuba <i>M. Sc. Marta M. Jiménez-Águila, Dra. Katia Manzanares-Ayala y Dra. Margarita Mesa- Izquierdo</i>	95
14	Determinación del poder calórico de especies forestales que crecen en Cuba Determination of power caloric forest species growing in Cuba <i>M. Sc. María A. Guyat-Dupuy y Téc. Vilma Capote-Pérez</i>	105

EDITORIAL

La Asamblea General de Naciones Unidas, celebrada en diciembre de 2014, declaró a 2015 Año Internacional de los Suelos. Se evidencia así la importancia que este recurso posee y lo esencial que resulta mantenerlos sanos y productivos, ya que una gran parte de nuestros alimentos depende de los suelos, por lo que es un llamado a la conciencia mundial acerca de sus funciones relevantes y la necesidad de prestar la debida atención a los procesos que conllevan a su degradación por la amenaza que constituyen para la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones. La agricultura cubana también se enfrenta a esa degradación como uno de los problemas preocupantes del país.

La Revista Forestal Baracoa, exponente de los resultados de la actividad forestal cubana, se une a este llamado internacional con gran incidencia en la salud alimentaria de la creciente población mundial y en las funciones básicas de los ecosistemas.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE EN LA DIFERENCIACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE *TALIPARITI ELATUM* ((SW) FRIXELL)

APPLICATION OF DISCRIMINANT ANALYSIS IN DIFFERENTIATION OF SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF PLANTLETS *TALIPARITI ELATUM* (SW) FRIXELL

M.Sc. MARILYN ALONSO-LÓPEZ, DRA. GRETEL GEADA-LÓPEZ, DR. YASIEL ARTEAGA-CRESPO Y DR. YUDEL GARCÍA-QUINTANA

Universidad de Pinar del Río. Facultad de Forestal y Agronomía. Calle Martí 270, C.P. 20100,
marilyn73@af.upr.edu.cu, teléf.: 53-048728619

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo mostrar la utilización de un método multivariado en la selección del sustrato adecuado para la producción de plántulas de *Talipariti elatum*, constituidos cachaza, turba y biocarbón, así como mezclas volumétricas de cachaza-biocarbón y turba-biocarbón a partir de la evaluación de las variables morfométricas: altura, diámetro del cuello de la raíz, peso seco aéreo, peso seco de la raíz principal y peso seco de las raíces finas. El análisis de discriminante resultó ser una herramienta estadística factible para diferenciar los diferentes sustratos. Con tres funciones discriminantes se logró explicar la variación. La primera función discriminante explicó el 96,6% de la variación presente entre los datos, y la variable altura es la más correlacionada con esta. La menor altura correspondió al sustrato biocarbón que pudiera estar relacionado con menores contenidos de nitrógeno en relación con los restantes tratamientos.

Palabras claves: *Talipariti elatum*, análisis discriminante, sustrato.

ABSTRACT

The aim of the study was to show the utilization of multivariate analysis to select the suitable substrate for production of Talipariti elatum plantlets, consisting in sugarcane straw, peat, and biochar as well as combinations of sugarcane straw-biochar, peat-biochar from morphometric variable as height, diameter at root collar, stem dry weight, main and secondary roots dry weight. The discriminant analysis result to be an appropriate statistical tool to differentiate substrates, throughout three discriminant functions was possible to explain the whole variation. The first discriminant function explained 96, 6% of the variation and the height was the most correlated variable in this function. The lower height was found in substrate biochar that could be related to lower nitrogen content relative to the other substrate.

Key words: *Talipariti elatum*, discriminant analysis, substrates.

INTRODUCCIÓN

En Cuba los residuos forestales, principalmente el aserrín, constituyen una problemática medioambiental que continúa llamando la atención, por lo que la búsqueda de alternativas de usos de este residual, para mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, es una temática actual que contribuye a su manejo, y además permite generar mediante su aprovechamiento mayores beneficios económicos.

La conversión de residuos mediante la pirólisis para obtener biocarbón ha sido ampliamente utilizada como una alternativa de manejo, reduciendo el volumen de residual sólido [Caballero *et al.*, 1997; Koch y Kaminsky, 1993; Yamato *et al.*, 2006]; sin embargo, el uso de biocarbón como sustrato en viveros bajo tecnología de tubetes no ha sido evaluado, así como los efectos del mismo en parámetros morfológicos

y fisiológicos en plántulas forestales. En este ámbito la política forestal de Cuba contempla en su programa de desarrollo hasta 2020 la producción de plantas en los viveros forestales a partir de sustratos que reúnan propiedades químicas y físicas adecuadas para la producción del material vegetal de calidad, lo cual influye de manera determinante en el éxito de los programas de reforestación.

Los sustratos están compuestos, generalmente, en diferentes proporciones por una mezcla de dos o más materiales con el objetivo de complementar propiedades adecuadas para el crecimiento vegetal que no poseen en forma independiente [Gallardo, 2003]. La combinación y proporción de los materiales del sustrato debe ser cuidadosamente estudiada, según los requerimientos de cada especie, pues el volumen limitado de los contenedores exige óptimas propiedades físicas y químicas para el crecimiento [Landis *et al.*, 1990; Gerding *et al.*, 1996; Lavado, 2000].

El empleo de técnicas multivariantes ha sido aplicable a muy diversas áreas del conocimien-

to. En este sentido, el análisis discriminante permite encontrar la combinación lineal de las variables independientes que mejor permiten diferenciar (discriminar) a los grupos. Se trata de una técnica de análisis capaz de aprovechar las relaciones existentes entre una gran cantidad de variables independientes para maximizar la capacidad de discriminación [Hair *et al.*, 1999]. El objetivo del presente trabajo consistió en aplicar una técnica multivariante para la diferenciación de sustratos a partir de variables morfométricas de *Talipariti elatum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron diferentes sustratos: chachaza, turba y biocarbón, y además se emplearon mezclas volumétricas de cachaza-biocarbón y turba-biocarbón (4:1; 1:1; 1:4) en la producción de plántulas de *Talipariti elatum*, para un total de nueve tratamientos con 30 réplicas bajo un diseño completamente aleatorio, empleando tubetes plásticos de 90 cm³ de capacidad. La composición de los sustratos se muestra en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Composición de los sustratos empleados en el experimento

Sustrato	Abreviatura	Tratamiento	Composición (%)
Biocarbón	BC	BC	100
Turba	T	T	100
Cachaza	C	C	100
Turba + biocarbón	T + BC	T20	20 + 80
Turba + biocarbón	T + BC	T50	50 + 50
Turba + biocarbón	T + BC	T80	80 + 20
Cachaza + biocarbón	C + BC	C20	20 + 80
Cachaza + biocarbón	C + BC	C50	50 + 50
Cachaza + biocarbón	C + BC	C80	80 + 20

Los análisis químicos de los sustratos para la determinación del porcentaje de materia orgánica, potasio, calcio, sodio y nitrógeno total fueron realizados en el laboratorio provincial de suelos del Ministerio de la Agricultura en Pinar del Río, a partir de las normas cubanas (NC) para este tipo de análisis (NC-XX 2009).

Las variables morfométricas utilizadas en el análisis fueron altura, diámetro del cuello de la raíz, peso seco aéreo, peso seco de la raíz principal y peso seco de las raíces finas, sugeridas por Mexal y Landis (1990) y Contardi (1999) como

esenciales para el monitoreo de la calidad de las posturas a los 84 días posteriores a la siembra.

La altura se midió desde el cuello de la raíz hasta el extremo de la yema apical, utilizándose una regla graduada de 0,1 mm de precisión. Para la medición del diámetro del cuello de la raíz se utilizó un pie de rey, con una precisión de 0,002 mm. El peso seco aéreo y de las raíces se determinó una vez colocadas las muestras en la estufa a 60 °C hasta obtener masa constante, utilizando balanza analítica Sartorius AG GOTTINGEN SP61S con 0,0001 g de precisión.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Se realizó una prueba de comparación de medias (ANOVA) y a posteriori se realizó una prueba de Duncan para un 95 % de probabilidad, para la comparación de la composición química entre los sustratos.

Además, para la selección del mejor sustrato se empleó una técnica multivariante de análisis discriminante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se muestra las características químicas de los sustratos orgánicos empleados. En la mayoría de las determinaciones químicas las combinaciones con biocarbón-turba y biocarbón-cachaza semejan en contenidos a los sustratos de turba y cachaza. El sustrato de biocarbón presentó contenidos diferentes a los restantes, los cuales fueron en su mayoría los más bajos para los elementos y sus propiedades.

TABLA 2

Promedio y desviación típica de la composición química de los sustratos utilizados

Sustrato	PH	CE(S/cm)	MO (%)	K ⁺ (%)	Ca ²⁺ (%)	Na ⁺ (%)	N (%)
BC	6,81 ^a ± 0,11	0,34 ^e ± 0,01	95,47 ^a ± 1,18	0,07 ^b ± 0,00	0,64 ^f ± 0,14	0,32 ^a ± 0,41	1,64 ^f ± 0,03
T	5,61 ^c ± 0,32	2,15 ^{ab} ± 0,21	40,03 ^f ± 4,28	0,06 ^b ± 0,02	1,81 ^{de} ± 0,46	0,04 ^b ± 0,01	1,99 ^d ± 0,05
C	6,64 ^a ± 0,17	2,75 ^a ± 0,82	46,95 ^e ± 1,36	0,14 ^a ± 0,02	3,88 ^a ± 0,31	0,04 ^b ± 0,00	3,05 ^a ± 0,05
T20	6,01 ^b ± 0,04	0,91 ^{de} ± 0,17	68,21 ^c ± 4,30	0,07 ^b ± 0,03	2,08 ^{cde} ± 0,74	0,08 ^b ± 0,02	1,84 ^e ± 0,14
T50	6,01 ^b ± 0,02	1,54 ^{bcd} ± 0,07	57,23 ^d ± 1,63	0,06 ^b ± 0,01	2,72 ^{bc} ± 0,39	0,07 ^b ± 0,01	1,83 ^e ± 0,15
T80	5,60 ^c ± 0,01	1,94 ^{bc} ± 0,11	49,97 ^e ± 2,74	0,05 ^b ± 0,01	1,68 ^e ± 0,56	0,05 ^b ± 0,00	1,90 ^{de} ± 0,06
C20	6,83 ^a ± 0,03	1,20 ^{cd} ± 0,58	75,62 ^b ± 3,23	0,12 ^a ± 0,03	1,87 ^{de} ± 0,05	0,06 ^b ± 0,02	1,94 ^{de} ± 0,11
C50	6,82 ^a ± 0,03	1,56 ^{bcd} ± 0,53	64,06 ^c ± 0,49	0,12 ^a ± 0,00	2,57 ^{bcd} ± 0,41	0,06 ^b ± 0,00	2,85 ^b ± 0,08
C80	6,78 ^a ± 0,09	2,17 ^{ab} ± 0,50	54,85 ^d ± 0,23	0,12 ^a ± 0,02	3,28 ^{ab} ± 0,34	0,05 ^b ± 0,00	2,40 ^c ± 0,04

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

Como puede observarse en la *Tabla 3*, con tres funciones canónicas se explica la variación con autovalores muy diferentes. La primera función explica

el 96,6 % de la variabilidad presente entre los datos con una correlación canónica mayor, mientras que la segunda función solo explica el 3,3 %.

TABLA 3

Estadísticos descriptivos del análisis discriminante

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	184,222	96,6	96,6	0,997
2	6,310	3,3	99,9	0,929
3	0,137	0,1	100,0	0,347

La Lambda de Wilks (*Tabla 4*) contrasta de manera jerárquica la significación de las tres funciones obtenidas. En la primera línea (1 a la 3) se comprueba la hipótesis nula de que el modelo completo (las tres funciones discriminantes tomadas juntas) no permite distinguir los grupos, puesto que el valor del estadístico la Lambda de Wilks tiene asociado un nivel crítico

(sig. 0,000) menor que 0,05 y revela que existe una gran diferencia entre los grupos. En la segunda línea (2 a la 3) se contrasta si las medias de los grupos son iguales en la segunda función discriminante. En este caso el nivel crítico de Lambda de Wilks es menor que 0,05, por lo que se puede concluir que la segunda función permite discriminar al menos entre dos grupos.

TABLA 4
Significación de las tres funciones obtenidas

<i>Contraste de las funciones</i>	<i>Lambda de Wilks</i>	<i>Chi-cuadrado</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>
1 a la 3	0,001	410,970	24	0,000
2 a la 3	0,120	118,563	14	0,000
3	0,880	7,168	6	0,306

En la *Tabla 5* se muestra la ubicación de los centroides en cada una de las funciones discriminantes.

La primera función distingue fundamentalmente los grupos T80, C, C20, C50 y C80 (cuyos centroides están ubicados en la parte positiva) de los otros cuatro grupos (cuyos centroides están ubicados en la parte negativa): BC, T20, T50 y T.

En la segunda función los centroides de los grupos BC, T80, C, C80 y C50 se sitúan en la parte positiva, y el grupo T20, T50 y T en la negativa, y C20 queda en la parte central.

Dado que la primera función ha conseguido explicar el máximo de diferencias entre los grupos T80, C, C20, C50 y C80 y el resto, la segunda función discrimina entre los grupos que quedaron más próximos en la primera función.

TABLA 5
Valores de los centroides en las funciones discriminantes

<i>Sustrato</i>	<i>Función</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
BC	-26,447	3,827	-0,222
T20	-11,569	-2,894	0,602
T50	-5,296	-4,383	-0,637
T	-2,263	-1,133	0,089
T80	1,790	1,022	0,057
C	5,198	1,296	0,206
C20	8,542	0,081	0,293
C50	14,701	1,233	-0,297
C80	15,343	0,950	-0,090

La matriz de coeficientes estandarizados es mostrada en la *Tabla 6*, que contiene tres columnas, una para cada función discriminante. La variable de mayor poder de discriminación en la primera función es la altura, la cual tiene mayor correlación canónica. Al tener los sustratos T80, C, C20, C50 y C80 los centroides positivos para la primera función se puede plantear que las plántulas de mayor altura corresponden a estos sustratos.

La segunda función atribuye la mayor ponderación al peso seco de las raíces finas. Puesto que los centroides de BC, T80, C, C20, C50 y C80 son positivos, y los de T20, T50 y T son negativos, se puede interpretar que las plántulas con mayor peso seco de las raíces finas pertenecen a BC, T80, C, C20, C50 y C80, y los de menor a T20, T50 y T.

TABLA 6
Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas

	<i>Función</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Altura	0,947	-0,255	-0,267
Peso seco raíz principal	0,245	-0,700	0,832
Peso seco raíces finas	0,321	1,036	0,175

La matriz de estructura (*Tabla 7*) ofrece los coeficientes de correlación entre las variables independientes y las puntuaciones discriminantes de cada función.

El coeficiente más alto de cada variable aparece marcado con un asterisco que indica cuál es la función con la que más correlaciona esa variable.

TABLA 7
Matriz de estructura

	<i>Función</i>		
	1	2	3
Altura	0,881*	-0,200	-0,429
Peso seco raíces finas	0,357	0,764*	0,538
Peso seco aéreo ^a	0,133	0,133*	-0,048
Peso seco raíz principal	0,208	-0,225	0,952*
Diámetro ^a	0,141	0,094	-0,220*

Correlaciones intragrupos combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas.

Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

* Mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante.

^a Esta variable no se emplea en el análisis.

Cada sustrato resulta ser discriminado (*Fig. 1*), con excepción del sustrato C80 y C50, que tienen similar comportamiento en las varia-

bles evaluadas, por lo que de nueve sustratos iniciales el análisis logra discriminar solo ocho.

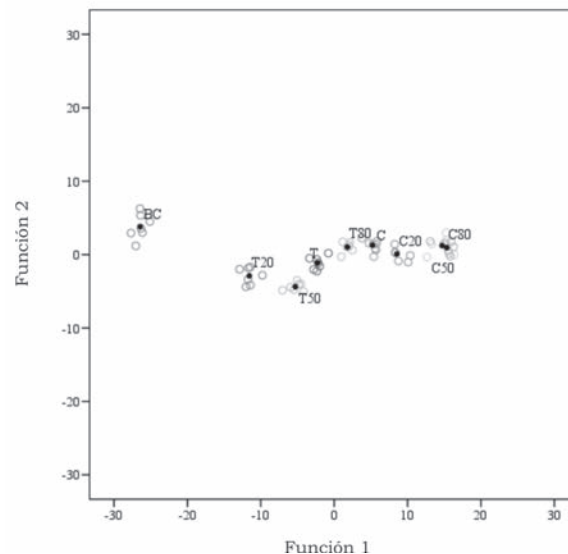


Figura 1. Diagrama de dispersión de los nueve grupos (sustratos) en las dos funciones discriminantes.

Frecuentemente los análisis estadísticos empleados para la evaluación y selección de sustratos se realizan a partir de variables morfo-

tricas en plantas producidas en contenedores o bolsas; consisten en análisis de la varianza simple para cada una de las variables que se

evalúan, lo que en muchos casos no indica de manera clara la diferenciación de los mismos y la selección debido a las limitaciones del método de análisis. En un estudio realizado por Zumkeller *et al.* (2009) para la producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación, en condiciones de invernadero se encontró que no todas las mejores características de las variables métricas analizadas correspondían al mismo sustrato, lo cual pudiera dificultar la selección del más adecuado. De igual forma Chirino *et al.* (2008) realizaron un análisis de varianza para las características morfológicas de *Quercus suber* L. en dos tipos de contenedores, encontrándose que algunas de las variables resultaron mejores para un tipo y otras en el otro, por lo que tampoco se puede concluir si se puede o no diferenciar los envases a partir de las variables medidas.

El estudio muestra que el empleo del análisis discriminante permite a partir de la combinación lineal de las variables morfométricas independientes encontrar una función discriminante para la diferenciación de los sustratos (grupos), y además facilita el reconocimiento de la o las variable (s) que mayor aporte a la discriminación tiene a partir de los coeficientes de correlación, y sobre la cual podría de manera simplificada dirigirse la atención en la selección del sustrato en los viveros. Asimismo, la variable altura puede ser propuesta como variable predictor para la selección del sustrato más adecuado.

La *Fig. 1* muestra que los mejores sustratos correspondieron ser el C50 y C80, que no tuvieron diferencias entre ellos, y el menos adecuado el BC, lo cual parece indicar la influencia del biocarbón como acondicionador de sustrato.

Los resultados expuestos en la *Tabla 1* muestran que con relación a los valores de pH se forman tres grupos con diferencias estadísticamente significativas, pero de acuerdo con el MINAG (1984), solo hay dos tipos: uno que agrupa los sustratos BC, C, C20, C50 y C80 evaluados como próximo a neutro, y otro constituido por T, T20, T50 y T80 como ligeramente ácido, y a la vez ambos se consideran no limitantes para el desarrollo vegetal. Taíz y Zeiger (2006) refieren que valores entre 5,5-6,5 incrementan la disponibilidad de elementos nutricionales. A su vez las especies forestales toleran un intervalo

relativamente amplio de valores de pH [Landis *et al.*, 2000]. Además, Guzmán (2003) expone que en los contenedores las plántulas son muy sensibles a las alteraciones de pH debido al lento desarrollo inicial, e indicaron un intervalo de pH óptimo entre 5,3 y 6,5. De hecho, en cualquiera de los sustratos el pH se encuentra entre los intervalos reportados y comúnmente evaluados como óptimos para la producción de posturas en contenedores en viveros forestales, lo cual sugiere que en estos se favorecen la disponibilidad de nutrientes.

La conductividad eléctrica es un parámetro muy relacionado con el contenido de sales disueltas. Los valores se encuentra dentro del intervalo óptimo recomendado por Noguera *et al.* (2003) para el desarrollo vegetal, conforme a MINAG (1984). La mayoría de los sustratos son evaluados no salinos, exceptuando C y T que son ligeramente salinos, pero no alcanzan los límites considerados por Warncke y Krauskopf (1983) como nocivos para plantas, cuyo valor es de 3,5 S/cm. Al respecto, cuando hay un exceso de minerales produciendo de un efecto salino, el crecimiento vegetal puede verse reducido si estos iones alcanzan niveles que limitan la disponibilidad de agua o exceden la zona óptima para un nutriente determinado, lo cual no resulta apreciable en nuestro caso, aunque su efecto puede ser corregido por lixiviación de las sales con exceso de agua [Ansorena, 1994].

La materia orgánica es un componente activo del sustrato, contribuyendo la mejora de la estructura del espacio poroso, disminuye la densidad e incrementa la humedad, lo que trae consigo una mejor permeabilidad del sustrato [Fuentes y Oropeza, 1996]. En nuestro estudio los contenidos de materia orgánica son variables, encontrándose que el BC presenta un elevado porcentaje debido a la naturaleza química propia del sustrato. Conforme a nuestra evaluación existen diferencias estadísticamente entre los cuatro grupos donde el menor porcentaje correspondió a la T.

Con relación al contenido de elementos minerales esenciales para la planta, los bajos contenidos de nitrógeno pueden explicar el menor crecimiento de plántulas de *T. elatum* en el sustrato BC, principalmente en altura, que resultó además ser la variable de mayor peso en la primera función discriminante para

la diferenciación de los sustratos. Margolis y Brand (1990) reportan que el nitrógeno es el macroelemento más abundante y mejor relacionado con el crecimiento en viveros, siendo parte constituyente de muchos compuestos vitales en el desarrollo, como las clorofilas, los aminoácidos, los ácidos nucleicos, las proteínas, entre otros. En particular, este elemento constituye parte fundamental de los enzimas que reducen el carbono en el proceso de fotosíntesis a compuestos vitales de la planta como son los carbohidratos, por ello su disponibilidad podría implicar mayor producción de biomasa.

CONCLUSIONES

- El análisis de discriminante resulta ser una herramienta que permite la selección de los sustratos mejores, así como la determinación de la variable altura como predictor en esta selección la producción de plántulas de *T. elatum* en contenedores.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSORENA, M. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. España. Ediciones Mundi-Prensa. 172 p.
- CABALLERO, J. A. ET AL. 1997. Characterization of sewage sludges by primary and secondary pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* (NL). Elsevier B.V. p.40-41, 433-450.
- CHIRINO E. ET AL. 2008. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecology and Management* (NL). Elsevier B.V. p. 256, 779-785.
- CONTARDI, L. 1999. Medición de plantines. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). V 5(4) p. 11-12. Argentina
- DÉBORA ZUMKELLER, S. D. ET AL. 2006. Producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación, en condiciones de invernadero. *Bosque* (CL) 27(3): 267-271.
- FUENTES, M. Y., OROPEZA, J. 1996. Evaluación preliminar del comportamiento de algunos materiales orgánicos como sustratos para la siembra de *Eucalyptus urophylla*. Segundo Taller Internacional Biomasa Vegetal. Bioforest, Pinar del Río. Cuba. 23 p.
- GALLARDO, C. 2003. Materiales comúnmente utilizados en la formulación de sustratos. *In* Actas Jornada Técnica: Introducción al uso de sustratos en la producción comercial de plantines de viveros. EEA INTA, Concordia, Entre Ríos: 5-12.
- GERDING V., HERMOSILLA, M. E., GREZ, R. 1996. Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubligena* Lindl. Y *Eucryphia cordifolia* Cav. *Bosque* (CL) 17(2): 57-64.
- GREEN, T. H., MITCHELL, R. J. 1992. Effects of nitrogen on the response of loblolly pine to waterstress. I. Photosynthesis and stomatal conductance. *New Phytol* (GB) (122): 627-633.
- GUZMÁN, J. M. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. *In*: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica.
- HAIR J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM R. L., BLACK, W. C. 1999. *Análisis multivariante*. Madrid. Prentice Hall Iberia. 832 p.
- KOCH J. AND W. KAMINSKY 1993. Pyrolysis of a Refinery Sewage Sludge, Erdöl, Kohle, Erdgas, Petrochem. 46, 323.
- LANDIS, T. ET AL., 1990. The container tree nursery manual. Handbook 674. Washington, DC. USDA, Forest Service. 85 p.
- LANDIS, T. ET AL. 2000. Manual de vivero para la producción de especies forestales en contenedores. Vol. 2. Contenedores y medios de crecimiento. Handbook 674. 126 p.
- LAVADO, R. 2000. Aguas y sustratos para la producción ornamental. Origen, propiedades, manejo, influencia sobre los cultivos y determinaciones. Argentina. New Plant.109 p.
- MARGOLIS, M. A., BRAND, D. G. 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Journal of Forest Research* (CA) 20(4): 375-390.
- MEXAL, J. G., LANDIS, T. D. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. *In* Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. Roseburg, Oregón. USDA, Forest Service. 286 p.
- MINAG. 1984. Manual de interpretación de los índices físico-químicos y orológicos de los suelos cubanos. 73 p.
- NC-XX 2009. Norma Cubana. Humus de lombriz. Determinación de pH, Conductividad eléctrica, cloruro y sodio solubles.
- NOGUERA, P. ET AL. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as a container medium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* (US) 34:593-605.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. 2006. Fisiología vegetal. Volumen II. U.S.A. Universidad de California en Los Ángeles. p. 1130.
- WARNCKE, D. D., KRAUSKOPF, D. M. 1983. Greenhouse growth media: testing and nutrition guidelines. Cooperative Extension Service. Extension Bulletin E-1736. Michigan State University. 6 p.
- YAMATO, M. ET AL. 2006. Effects of the application of charred bark of *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition* (GB) 52 (4): 489-495.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Marilyn Rogelia Alonso López

Profesora de la Universidad de Pinar del Río, este estudio forma parte de su formación de Maestría. Se ha dedicado a estudiar las características de los distintos sustratos y calidad de posturas en viveros forestales. Esto le valió para ser seleccionada como la mejor tesis de maestría. Alcanzó Premio en el XVII Forum de Ciencia y Técnica 2013 con el trabajo titulado «Efecto del biocarbón en las propiedades físicas de diferentes sustratos orgánicos». Obtuvo además el premio de la academia provincial en 2014 sobre la caracterización de sustratos acondicionados con biocarbón.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

SERVICIOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

Silvicultura

- Evaluación de proyectos o de áreas establecidas para la protección de cuencas hidrográficas.
- Evaluación de proyecto o áreas establecidas para sistemas agroforestales.

Protección y genética forestal

- Fenología forestal.
- Estudio sobre las causas, métodos y protección contra incendios forestales.
- Metodología para la creación de fincas especializadas en la producción de semillas mejoradas.

Tecnología y aprovechamiento de la madera

- Propiedades físico-mecánicas de la madera y definición de usos.
- Identificación de especies maderables.
- Conservación de la madera por métodos físico-químicos.
- Caracterización química elemental de la madera.
- Caracterización y recomendaciones de usos de especies maderables.

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE FOLLAJE VERDE DE LAS PLANTACIONES DE *PINUS MAESTRENSIS* BISSE EN LA PROVINCIA DE GRANMA, CUBA

ESTIMATE OF THE BIOMASS OF GREEN FOLIAGE OF THE PLANTATIONS OF *PINUS MAESTRENSIS* BISSE AT THE GRANMA PROVINCE, CUBA

DR. C. WILMER TOIRAC-ARGÜELLE,¹ DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,¹ DR. C. HÉCTOR BARRERO-MEDEL,²
DR. C. ALBERTO VIDAL-CORONA¹ Y DR. C. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, wilmer@forestales.co.cu, teléf. 21633461.

² Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Calle Martí no. 270, C. P. 20100, Pinar del Río, Cuba.

RESUMEN

En la Empresa Forestal Integral Granma se levantaron 138 parcelas de 500 m² en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse, tomándose los diámetros a 1,30 m sobre el nivel del suelo de todos los árboles y la altura de dos árboles por clase diamétrica. Se talaron 138 árboles tipos, los cuales fueron desramados y desfoliados, realizándose el pesaje de la biomasa del follaje. Se evaluaron cuatro modelos de regresión, donde el modelo que mejor bondad de ajuste presentó fue el logarítmico, con coeficiente de determinación y coeficiente de determinación ajustado del 88,6 y del 88,5 %, parámetros con alta significación ($p < 0,001$) y menor índice de Furnival.

Palabras claves: *Pinus maestrensis* Bisse, biomasa de follaje verde, modelos de regresión.

ABSTRACT

In the Integral Forestry Enterprise Granma was carried out 138 parcels of 500 m² in plantations of *Pinus maestrensis* Bisse, taking the diameters at 1.30 m on the ground's level of all trees and height of two trees by diameter class. 138 types trees were felled, which were pruned and defoliated, performing weighing foliage biomass. Four regression models were evaluated, the model of the best goodness of fit was the Logarithmic, with coefficient of determination and adjusted coefficient of determination of 88.6 and 88.5 % and parameters with high significance ($p < 0,001$).

Key words: *Pinus maestrensis* Bisse, biomass of green foliage, regression models

INTRODUCCIÓN

La biomasa es una variable que sirve para comparar las características estructurales y funcionales de un ecosistema forestal en un amplio abanico de condiciones [FAO, 1995]. La información sobre la cantidad de biomasa arbórea también constituye una valiosa herramienta para la gestión silvícola por su relación con la propagación de plagas, incendios y conservación de suelos [Merino *et al.*, 2003].

La utilización de los residuos de la biomasa de las talas significa una explotación total e integral de los árboles. Por consiguiente, para un buen desarrollo de la actividad forestal es imprescindible conocer la cuantía a la que ascienden los residuos de la explotación, pues conociendo los mismos se puede valorar la conveniencia de las normas de tala prescritas, la efectividad de las nuevas técnicas de explotación, la valoración

del peligro potencial de incendios, la factibilidad de volver a talar completa o parcialmente y la introducción de los métodos de control del equilibrio del inventario forestal, aspectos que están afectados por la no existencia o la falta de confiabilidad de la información postal en la mayoría de los países [Vidal, 1995].

El objetivo de este trabajo fue estimar la biomasa de follaje verde de las plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse en la provincia de Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Empresa Forestal Integral Granma, en la provincia de Granma, que limita al norte con los municipios de Jiguaní y Bayamo, al sur y al este con la provincia de Santiago de Cuba y al oeste con el municipio de Buey Arriba. El suelo es ferralítico rojo lixiviado, la temperatura media de 26,5 °C y valores de precipitación anual de 1288 mm [Mogena et al., 2007].

Se muestrearon aleatoriamente 40 rodales, posteriormente se levantaron 138 parcelas temporales de 500 m², tomándose los diámetros a 1,30 m sobre el nivel del suelo de todos los árboles y la altura de dos árboles por clase diamétrica. Se talaron 138 árboles tipos, los cuales fueron desramados y desfoliados, realizándose el pesaje de la biomasa del follaje. Para el levantamiento del área y toma de los datos dasométricos se utilizó la cinta métrica de 50 m, cinta diamétrica, brújula, GPS y el machete.

Análisis estadístico

Para estimar la biomasa de follaje verde a partir diámetro normal ($d_{1,30}$) se utilizaron los modelos de regresión que se presentan en la *Tabla 1*.

TABLA 1
Modelos probados para estimar el diámetro normal

Modelo	Expresión matemática del modelo
Lineal	$Y = a + b \cdot X$
Polinomio de segundo grado	$Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2$
Polinomio de tercer grado	$Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2 + d \cdot X^3$
Logarítmico	$\ln Y = a + b \cdot \ln X$

donde:

a : Constante

b, c, d : Coeficientes de regresión

Y : Diámetro normal o diámetro a 1,30 m sobre el nivel del suelo (cm)

X : Diámetro de la base (cm)

Para el estudio de la bondad de ajuste de estos modelos se utilizaron los criterios estadísticos reportados por Podran et al. (1997), Alder (1980), Kiviste et al. (2002), Guerra et al. (2003), Torres y Ortiz (2005).

1. *Coefficiente de determinación (R^2)*: declara qué porcentaje de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables predictoras.
2. *Coefficiente de determinación ajustado (R^2_{ajust})*: es una corrección o ajuste del coeficiente de determinación original de acuerdo con los grados de libertad del modelo.
3. *Sesgo o diferencia agregada (DA)*: evalúa la desviación del modelo con respecto a los valores observados.
4. *Error medio cuadrático (CME)*: informa sobre la precisión de las estimaciones.
5. *Error medio en valor absoluto (EMA)*: da una idea de la magnitud media de los errores independientemente de su signo.
6. *Significación estadística del modelo*: expresa el error α para el modelo.
7. *Significación estadística de los parámetros de los modelos*: expresa el error α para cada parámetro del modelo.
8. *Error estándar del modelo (EEE)*: permite determinar los intervalos de confianza para el modelo.
9. *Error estándar de los estimadores de los parámetros del modelo*: permite determinar los intervalos de confianza para los parámetros.
10. *Estadístico Durbin-Watson (D-W)*: revisa los residuos para determinar si hay correlación significativa.
11. *Índice de Furnival (IF)*: es utilizado para la comparación de ecuaciones de regresión con transformación de la variable independiente, teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformaciones logarítmicas.

Para el ajuste de los modelos se utilizaron 73 muestras, y para la validación 65. Se empleo un nivel de significación del 5 % para el análisis de varianza de las regresiones, utilizándose los programas estadísticos Statgraphics Plus versión 5.1 (1995) e InfoStat (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se observa que todos los modelos probados tienen coeficiente de determinación y de determinación ajustado por encima del 82 %, con un alto nivel de exactitud y precisión.

Se seleccionó el modelo logarítmico $LnBFV = -0,8883 (\pm 0,1901) + 1,3323 (\pm 0,0571) \cdot Ind_{normal}$

por mostrar los parámetros significativos, menor valor de índice de Furnival y el estadístico de Durbin-Watson no significativo, obteniéndose las estimaciones de la biomasa de follaje verde (*Anexo*). Este resultado difiere con el obtenido por Benítez (2006), con el modelo $P = -0,293638 + 0,08241 \cdot (d_{1,3})^2 + 0,006022 \cdot (h)^2$, en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst en la provincia de Camagüey.

TABLA 2
Estadísticos de ajuste y estimaciones de los parámetros de los modelos para la biomasa de follaje verde

Modelo		Lineal	Polinomio de segundo grado	Polinomio de tercer grado	Logarítmico
R ²		83,0	83,0	83,3	88,6
R ² ajustado		82,8	82,5	82,6	88,5
DA		-0,00	0,00	0,58	0,62
E E E		± 7,88	± 7,93	± 7,93	± 0,20
EMA		5,6335	5,6294	5,5556	0,1530
CME		62,0674	62,9349	62,8104	0,0389
D-W		1,6 6 NS	1,64 NS	1,62 NS	1,68 NS
IF		4,7833	4,8101	5,4950	4,0929
P-valor		***	***	***	***
Parámetros	a	- 9,5480 ± 2,7759***	-8,3152 ± 7,1498 NS	8,8755 ± 17,6350 NS	-0,8883 ± 0,1901***
	b	1,6474 ± 0,0890***	1,5491 ± 0,5321**	-0,6620 ± 2,1410 NS	1,3323 ± 0,0571**
	c	—	0,0017 ± 0,0091 NS	0,0861 ± 0,0797 NS	—
		—	—	-0,0010 ± 0,0009 NS	—

*** $p < 0,00$ ** $p < 0,01$ * $p < 0,05$ NS- $p > 0,05$

El follaje constituye una de las materias primas en la obtención de productos como aceites esenciales, harinas vitamínicas en

otros, lo que puede contribuir a la sustitución de importaciones y convertirse en productos exportables.

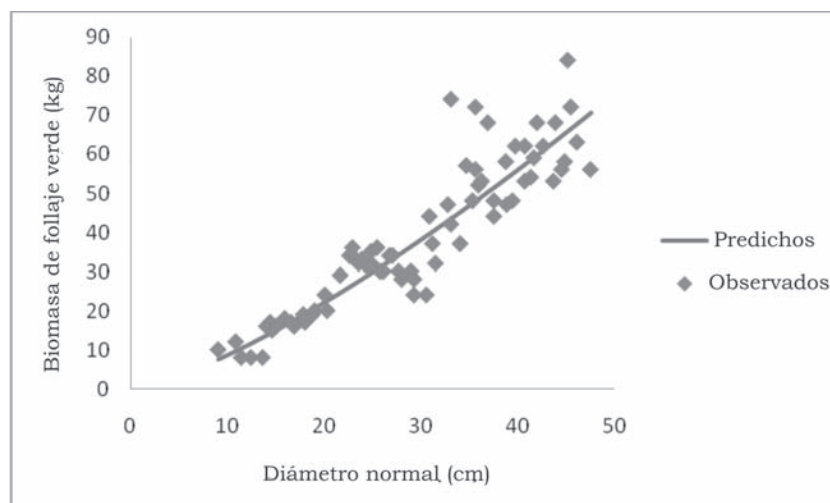


Figura 1. Modelo logarítmico ajustado a la biomasa de follaje verde.

La biomasa foliar es una variable fundamental de la estructura arbórea, ya que guarda relación directa con la productividad primaria. Adicionalmente, influencia las condiciones ambientales del sotobosque al modificar la incidencia de luz, el ciclado de nutrientes y la demanda atmosférica de agua bajo el dosel [Waring, 1983;

Bond-Lamberty *et al.*, 2002, citado por Ledesma *et al.*, 2010].

En la *Fig. 1* se muestra el comportamiento del modelo logarítmico ajustado a la biomasa de follaje verde. Se destaca de manera general el agrupamiento de los valores observados a diferente diámetro normal.

TABLA 3

Estadísticos de validación y estimación de los parámetros del modelo logarítmico

Ajuste	R ²		88,6	Validación	R ²		91,7
	R ² _{ajust}		88,5		R ² _{ajust}		91,6
	DA		0,62		DA		0,59
	EEE		± 0,20		EEE		± 0,16
	EMA		0,1530		EMA		0,1244
	CME		0,0389		CME		0,0256
	D-W		1,68 NS		D-W		1,68 NS
	P-valor		***		P-valor		***
	Parámetros	a	-0,8883 ± 0,1901***		Parámetros	a	-0,8573 ***
		b	1,3323 ± 0,0571**			b	1,3274***

En la *Tabla 3* se ofrecen los estadísticos de ajuste y validación del modelo. Se observa que los estadísticos de validación son muy similares a los obtenidos en el ajuste, y los parámetros de validación se encuentran dentro del intervalo de confianza de los obtenidos en el ajuste, lo que garantiza la validez del modelo.

CONCLUSIONES

- El modelo de mejor ajuste para la estimación de la biomasa de follaje verde resultó $LnBFV = -0,8883 (\pm 0,1901) + 1,3323 (\pm 0,0571)$
- Ind_{normal}

BIBLIOGRAFÍA

- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos, FAO. Roma. 80 p.
- BENÍTEZ, J. Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia de Camagüey. 221 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- LEDESMA, M.; CARRANZA, C. A.; BALZARINI, M. 2010. Estimación de la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa* mediante relaciones alométricas. Revista Agriscientia, vol. XXVII (2): 87-96p [en línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/agrisc/v27n2/v27n2a04.pdf> [Consulta 1 de octubre 2013].

FAO. 1995. Evaluación de los recursos forestales 1990, Países Tropicales. Estudio FAO Montes. Roma. FAO. p. 32-36.

GUERRA, C. W., CABRERA, A., FERNÁNDEZ, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Revista Cubana de Ciencia Agrícola (CU) 37 (1): 3-10.

INFOSTAT. 2008. InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

KIVISTE, A. ET AL. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid. Instituto de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentaria. 190 p.

MERINO, A. ET AL. 2003. Biomasa aérea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Revista Investigación Agraria: Serie Sistemas y Recursos Forestales (ES) 12 (2): 85-98.

MOGENA, O. ET AL. 2007. Proyecto de Organización y Desarrollo de la Economía Forestal. 2006- 2015. Empresa Forestal Integral Bayamo. 72 p. Cuba.

PRODAN, M. ET AL. 1997. Mensura Forestal. Proyecto IICA/ GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 561p.

Software estadístico Statgraphics Plus version 5.1 sobre Windows, 1995.

TORRES, V., ORTIZ, J. 2005. Aplicaciones de la modelación y simulación en la producción y alimentación de animales de granja. Revista Cubana Ciencia Agricultura (CU) 39 (Número Especial).

VIDAL, A. 1995. Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copa de coníferas de la provincia Pinar del Río. 101 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Wilmer Toirac Argüelle

Doctor en Ciencias Forestales. Investigador Agregado. Profesor Asistente de la Universidad de Guantánamo. Se encuentra vinculado a varios proyectos de investigación-desarrollo, en el tema de Biomasa Forestal y Forestería Análoga. Es miembro del Grupo de Gestión Ambiental del INAF y de la Red Internacional de Forestería Análoga (RIFA). Es autor y coautor de varias publicaciones. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXO

Estimación de la biomasa de follaje verde

$D_{1,30}$ (cm)	BFV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BFV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BFV (kg)	$D_{1,30}$ (cm)	BFV (kg)
9	7,68	19	20,79	29	36,52	39	54,20
10	8,84	20	22,26	30	38,21	40	56,06
11	10,04	21	23,76	31	39,92	41	57,93
12	11,27	22	25,28	32	41,64	42	59,82
13	12,54	23	26,82	33	43,38	43	61,73
14	13,84	24	28,38	34	45,14	44	63,65
15	15,17	25	29,97	35	46,92	45	65,58
16	16,54	26	31,58	36	48,72	46	67,53
17	17,93	27	33,21	37	50,53	47	69,49
18	19,35	28	34,85	38	52,36		

$D_{1,30}$: Diámetro 1,30 m de altura del suelo BFV: Biomasa de follaje verde

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

- Turismo científico.
- Posturas forestales y frutales.
- Literatura científica y materiales informativos.
- Semillas forestales.
- Aceite trementina, colofonia.

***Erethia tinifolia* L. (Boraginacea)**



NOMBRE VULGAR: Roble prieto.

No.: 57

Distribución geográfica: en toda Cuba e Isla de la Juventud, Jamaica, La Española, México y América Central.

Caracteres macroscópicos: madera gris claro de poco lustre, grano recto y no durable. Zonas de crecimiento poco visibles.

Densidad: 0,730 g/cm³

Principales usos: no tiene reportado

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa, poros solitarios, grupos radiales de 3 a 4 y frecuentes conglomerados de pocas células.

Diámetro (μm): 50-70-90

No./mm²: 6

Pared (μm): 7

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas, ovales con aberturas lenticulares ocasionalmente coalescentes.

Contenidos: no se observan

Longitud (μm): 320-400-495



B. Parénquima axial:

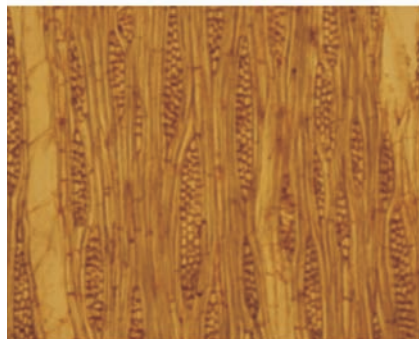
Distribución: apotraqueal en finas bandas de una célula y paratraqueal difuso.

φ (μm): 10-15-19

No. células la serie: 2-4-5

Contenidos: carmelitosos

Long. serie (μm): 230-350-450



C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: débilmente heterogéneos

No./mm: 5

Contenidos: no se observan

Ancho (μm): 40-70-90

No. células: 2 a 4

Alto (μm): 115-450-790

No. células: 5-21-30



D. Fibras:

Tipo: libriformes, poligonales

Distribución: irregular

Diámetro (μm): 15

Grosor de pared (μm): 5

Longitud (μm): 1174-1200-2325

E. Caracteres especiales:

Presencia eventual de traqueidas vasicéntricas

INFLUENCIA DEL GROSOR DE CORTEZA EN LA DETERMINACIÓN DEL CARBONO EN *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* B. & G. EN LAS CONDICIONES DE GUAMUHAYA, PROVINCIA DE SANCTI SPÍRITUS

INFLUENCE OF BARK THICKNESS ON CARBON DETERMINATION IN *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* B. & G. IN GUAMUHAYA CONDITIONS, SANCTI SPÍRITUS PROVINCE

DR. ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO, DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO, T. M. BÁRBARA AGUIRRE-DORADO

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no 1723, e/ 17B y 17C, Siboney, Playa,
La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu, teléf.: (053) 07 2082013, fax.: (053) 07 2082189

RESUMEN

Luego de establecer 33 parcelas temporales de 500 m² en plantaciones de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. en la zona montañosa centro-sur de Cuba y medir el diámetro normal, la altura total y el grosor de corteza por árbol, calculando el volumen total con corteza, sin corteza y el volumen de corteza, se evaluó la importancia de la corteza, su tendencia de variación con el diámetro, el efecto que el contenido de carbono en la madera y en la corteza pueden producir sobre la determinación del carbono total, y un método para estimar el volumen de corteza. La corteza promedió el 15,47 % (entre el 9,02 y el 23,60 %) del volumen total con corteza; a medida que el diámetro normal aumentó, esta proporción disminuyó no linealmente y redujo su variabilidad; la estimación del carbono total del fuste sin diferenciar entre madera y corteza originó una sobreestimación de 41,25 tC • ha⁻¹ (18,08 %) y el modelo lineal [Vol Cort/ha = f (Vol Tot con Cort/ha)] alcanzó un coeficiente de determinación (R²) del 82,02 %.

Palabras claves: *Pinus caribaea*, retención de carbono, madera, corteza.

ABSTRACT

Using 33 temporal plots (500 m² each) in plantations of *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. in the mountains of Cuban south-centre and the normal diameter, total height and bark thickness by tree, it was calculated the total volume with bark, without bark and bark volume in order to evaluate the bark importance, its variation tendency with respect to normal diameter, the effect of carbon in wood and bark on the determination of total carbon and a method to estimate bark volume. The mean bark volume was 15,47 % (between 9,02 and 23,60 %) of total volume with bark; when normal diameter increases that rate diminish, but not in a lineal way and also, it reduces its variability; the estimation of trunk total carbon without a differentiation between wood and bark gave place to an over-estimation of 41,25 tC • ha⁻¹ (18,08 %) and the lineal model [Bark vol/ha = f (Tot vol with bark/ha)] presented a determination coefficient of 82,02 %.

Key words: *Pinus caribaea*, carbon retention, wood, bark.

INTRODUCCIÓN

El dióxido de carbono presente en la atmósfera es absorbido por las plantas a través de la fotosíntesis. Por este medio las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química aprovechable para los organismos vivos. Así, los bosques almacenan grandes cantidades de carbono (C) en la vegetación y en el suelo, e intercambian C con la atmósfera a través de la respiración [Gayoso y Guerra, 2005].

En general se acepta que la biomasa está compuesta en un 50 % por C [IPCC, 1996; Slijepcevic, 2001]; sin embargo, diferentes estudios denotan la variabilidad del contenido de C según especie y tejido del árbol [Francis, 2000; Gifford, 2000]. Al respecto, Mercadet *et al.* (2011) han presentado resultados de la determinación de C en 64 especies forestales existentes en Cuba, donde se evidencia que en 35 casos el C reportado para la madera superó al de la corteza entre el 0,13 y el 17,99 %, mientras que en otras 19 especies fue a la inversa, en un rango de valores entre el 0,43 y el 12,92 %.

Las diferencias reportadas por estos últimos autores entre el C contenido en la corteza y en la madera son especialmente importantes en las cuatro especies de pinos cubanos, y no solo por sus magnitudes (siempre superior en la corteza, desde un mínimo del 6,22 % en *P. tropicalis* M., hasta un máximo del 10,98 % en *P. maestrensis* B.), sino también por la importancia relativa que corresponde a la corteza en estas especies cuando se estiman sus volúmenes totales en pie, aspecto sobre el que a partir de los datos publicados por Nacimiento y Arias (1983) se estimó que en *P. caribaea* M. var. *caribaea* B.&G., en las condiciones de la provincia de Pinar del Río donde la especie es nativa, el volumen de corteza representó entre el 7,04 y el 32,56 % del volumen total con corteza en árboles, cuya altura total varió entre 4 y 30 m, mientras que su diámetro normal varió entre 6 y 30 cm.

Estos elementos, que de conjunto pueden inducir importantes sesgos en la determinación del papel de los pinares como sumideros de C, dieron lugar a este trabajo, cuyos objetivos fueron establecer, en las condiciones montañosas de la región centro-sur de Cuba (macizo de Guamuhaya), donde *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. es una especie introducida:

1. La importancia relativa que le corresponde a la corteza con respecto al volumen total con corteza en pie, caracterizando su tendencia de variación con el diámetro.
2. Los efectos que la diferenciación del contenido de C en la madera y en la corteza pueden producir sobre la determinación de la retención total de C.
3. Un método que permita estimar el volumen de corteza existente en las plantaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Importancia relativa de la corteza y su tendencia de variación

En las zonas conocidas como La Chispa, La Felicidad, Los Puriales y Tres Palmas, ubicadas todas en la región centro-sur de Cuba dentro del macizo de Guamuhaya, sobre suelo rojo amarillento ácido [Borhidi, 1991] y con un clima caracterizado por una temperatura mínima media mensual inferior a 20 °C, una temperatura máxima media mensual de 32 °C, una pluviosidad anual superior a los 2000 mm y una humedad relativa media anual del 80 % [Hechavarría, 2009], fueron establecidas 33 parcelas temporales de muestreo de 500 m² de superficie (20 x 25 m) en plantaciones de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. comprendidas entre los treinta y cinco y los cuarenta y ocho años, con una densidad que varió entre 500 y 1520 árboles • ha⁻¹ (Tabla 1, Fig. 1), y en cada parcela se midió el diámetro normal ($\pm 0,5$ cm), la altura total ($\pm 0,1$ m) y el grosor de corteza ($\pm 0,5$ cm) a todos los árboles de la especie.

A cada árbol se le calculó el volumen total con corteza (VTcc), el volumen total sin corteza (VTsc) y el volumen de corteza (Vc), según las expresiones:

$$VTcc = \pi D^2 (H + 3) C_m \quad [1]$$

$$VTsc = \pi (D - 2G_c)^2 (H + 3) C_m \quad [2]$$

$$Vc = VTcc - VTsc \quad [3]$$

donde:

π : Constante (3,141592654) D – diámetro normal H – altura total
 C_m : Coeficiente mórfico (0,47) G_c – grosor de corteza

Fueron acumulados los totales de ambos volúmenes por parcela y calculado el valor relativo del Vc con respecto al VTcc. Utilizando los datos individuales de los árboles se estimó la tendencia de variación del Vc con respecto a varias variables dasométricas, mediante los modelos logarítmico, potencial, exponencial y polinómico, empleando al coeficiente de determinación (R^2) para identificar el de mayor ajuste.

TABLA 1
Distribución de las parcelas temporales de muestreo

Lugar	Lote	Rodal	Cantidad de parcelas
La Chispa	5	2	3
		3	6
La Felicidad	9	2	2
		1	2
		2	3
		5	2
Los Puriales	8	4	1
		5	2
Tres Palmas	6	10	4
		1	1
		2	1
		4	1
	7	1	2
		3	2
		4	1
		4	1



Figura 1. Ubicación del área de trabajo.

2. Efectos de la estimación de C en la madera y en la corteza sobre la retención total de carbono

La biomasa del fuste de cada árbol fue calculada de dos formas diferentes:

- Como el producto del VTcc por el promedio de la densidad básica de la madera ($495 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) reportada para la especie por Carreras y De-champs (1995), Soler (2001) e IPCC (2006).
- A partir del estimado separado de la biomasa de la madera y de la biomasa de la corteza.

En el caso de la madera, se utilizó el mismo procedimiento anterior, pero calculando el volumen total sin corteza (VTsc) a partir de la sustracción al diámetro normal, del doble del grosor de corteza registrado por árbol.

La determinación del volumen verde de corteza por desplazamiento de un líquido resulta imprecisa en los pinos, debido a que esta se caracteriza por presentar capas superpuestas entre las que se aloja aire, alterando la estimación (Fig. 2), razón por la que se decidió calcular su densidad básica por otro método.

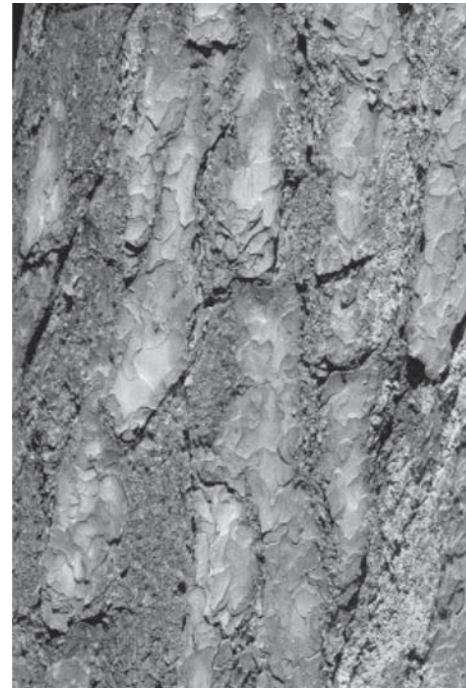


Figura 2. Estructura característica de la corteza en los pinos.

Para ello se realizó un muestreo aleatorio sin reemplazo en 10 árboles y en dos localidades (Viñales, Pinar del Río e Itabo, Matanzas); en cada localidad se obtuvo entre 200 y 300 g de corteza por árbol, se midió la masa verde de cada muestra y se procedió a secarlas en estufa a 105°C durante cuatro y cinco días, al cabo de los cuales se determinó la masa seca y se

calculó el contenido de agua como la diferencia entre ambas masas. Las muestras fueron molidas a un tamaño de partícula inferior a 0,5 mm, determinándose su volumen seco en una probeta graduada (± 1 mL), valor al que se le añadió el volumen equivalente al contenido de agua antes determinado, empleando como valor de referencia 5,2704 g para 5 mL (a 31 °C). La densidad básica de la corteza fue calculada entonces como la relación entre la masa anhidra de la muestra y su volumen verde ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

El volumen de corteza fue determinado según la expresión [3], valor que multiplicado por la densidad básica de la corteza estimó su biomasa.

El contenido de carbono fue calculado empleando como coeficiente para la madera 0,4753 y para la corteza 0,5268 [Mercadet *et al.*, 2011].

3. Estimación del volumen de corteza existente en plantaciones

El grosor de corteza no es una variable que habitualmente se mida en las actividades que realizan las empresas forestales, por lo que el

volumen de corteza existente en las plantaciones no forma parte de las informaciones contenidas en sus proyectos de ordenación; sin embargo, para poder diferenciar los contenidos de C existentes en la madera y la corteza de los pinares, este dato resulta imprescindible, razón por la que a partir de las informaciones dasométricas habituales (diámetro normal y altura total) y de otras disponibles (densidad de la plantación, VTcc, superficie de la plantación, etc.) se trató de obtener mediante regresión lineal simple una relación que permitiese obtener un estimado aceptable del Vc.

En todas las pruebas estadísticas se utilizó como nivel de probabilidad para la significación $p = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Importancia relativa de la corteza y su tendencia de variación

El procesamiento de los datos procedentes de las 33 parcelas temporales evaluadas dio lugar a los resultados presentados en la *Tabla 2*.

TABLA 2
Resultados generales alcanzados en Guamuhaya

Variable	Valor mínimo promedio	Valor máximo promedio	Promedio general
Altura total por parcela (m)	18,37	29,31	22,93
Diámetro normal por parcela (cm)	23,76	47,54	36,24
Volumen total cc ($\text{m}^3 \cdot \text{parc.}^{-1}$)	30,09	157,15	63,29
Volumen total cc ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	601,80	3143	1265,80
Volumen corteza ($\text{m}^3 \cdot \text{parc.}^{-1}$)	3,20	30,80	9,79
Volumen corteza ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	64,00	616,00	195,80
Volumen corteza (%)	9,02	23,60	15,47

Así, los valores relativos de corteza obtenidos superan en el 1,98 % el límite mínimo y disminuyen en el 8,96 % con respecto al límite máximo en comparación con los estudios hechos por Nacimiento y Arias (1983) (7,04-32,56 %) en plantaciones existentes en una región donde la especie es nativa, por lo que para ambas condiciones (nativa e introducida) puede esperarse que la mayor variación se presente en las plantaciones hechas en áreas naturales de la especie.

Otros reportes publicados que abordan la estimación del porcentaje de corteza en la variedad

hondurensis de esta misma especie demuestran que incluso cabe esperar una mayor participación de esta variable en el VTcc. Así, Vázquez (1988), al calcular los volúmenes totales con y sin corteza en plantaciones hechas en Panamá, con altura total entre 4 y 30 m y diámetro normal entre 6 y 30 cm, identificó como valores extremos de corteza entre el 12,10 y el 58,08 %. Rojas (1991), al realizar una evaluación similar a la anterior en Costa Rica, con iguales rangos de altura y diámetro normal, reportó como valores extremos de corteza entre el 28,34 y el 49,84 %. Flores (2006), al trabajar sobre los incentivos forestales

en Guatemala, reportó límites extremos de corteza entre el 10,99 y el 47,16 %, mientras que Arteaga (2003), al evaluar tres especies de pino en México, reportó límites extremos de corteza entre el 21,78 y el 48,27 % para *P. oaxacana*, entre el 24,64 y el 53,19 % para *P. montezumae* y entre el 25,16 y el 54,67 % para *P. patula*.

La más clara tendencia de variación observada para el valor relativo de corteza fue alcanzada con respecto al diámetro normal mediante un modelo polinómico de tercer grado, aunque por la característica que presentó la variación de los valores de corteza los niveles de ajuste fueron bajos, lo que se muestra en la Fig. 3.

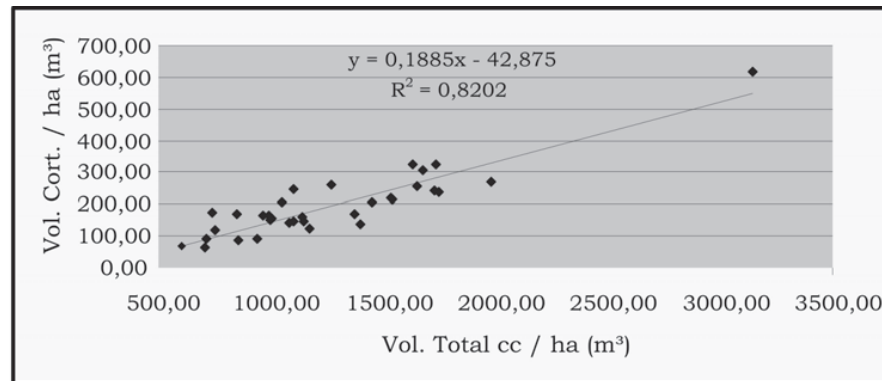


Figura 3. Tendencia de variación del volumen de corteza por árbol con respecto a su diámetro.

En la medida en que el diámetro normal aumenta, la proporción de corteza existente con respecto al VTcc del árbol muestra una tendencia de disminución progresiva y no lineal, a la par que su variabilidad disminuye en magnitud y amplitud; así, por ejemplo, mientras que para el diámetro 10 cm el porcentaje de corteza varió entre el 19 y el 62 %, para el diámetro 60 cm la variación estuvo solo entre el 10 y el 25 %.

2. Efectos de la estimación de carbono en la madera y en la corteza sobre la retención total de carbono

Una vez convertidos los valores por parcela de VTcc, VTsc y Vc a valores por hectárea, fueron calculados sus respectivos contenidos de C, alcanzándose los resultados presentados en la Tabla 3.

TABLA 3
Resultados de la estimación de C

Variables	Carbono total en los fustes a partir del VTcc	Carbono total en los fustes a partir del VTsc y el Vc
Valor mínimo (tC • ha ⁻¹)	141,60	127,07
Valor máximo (tC • ha ⁻¹)	739,48	609,68
Valor promedio (tC • ha ⁻¹)	297,79	256,54
Coef. variación (%)	39,22	38,01
Error típico de la media (tC • ha ⁻¹)	± 20,330	± 16,973

La estimación del carbono total retenido por los fustes de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. en las plantaciones existentes en Guamuhaya, empleando el volumen total con corteza (VTcc), da lugar a una sobreestimación en, como promedio, 41,25 tC • ha⁻¹, equiva-

lentes al 18,08 % del valor real, resultado que sucesivamente sobredimensiona también la estimación del carbono existente en toda la biomasa aérea, en la biomasa soterrada y el carbono total retenido por el árbol, lo que indica la conveniencia de implementar estos

cálculos, considerando de forma independiente el volumen total sin corteza (VTsc) y el volumen de corteza (Vc).

Sobre este tema no se localizaron reportes bibliográficos que permitieran discutir estos resultados.

3. Estimación del volumen de corteza existente en plantaciones

Las valoraciones realizadas para buscar una forma de estimar indirectamente el volumen de corteza existente en las plantaciones de *Pinus caribaea* M. var. *caribaea* B.&G. indicaron que el mejor estimador disponible fue el volumen

total con corteza por hectárea, con respecto al volumen de corteza por hectárea (Fig. 4).

El análisis de regresión demostró que el coeficiente de determinación (R^2) ajustado modificó el valor original a 0,8143, y que el error típico estimado para la variable dependiente fue de $\pm 44,520 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$; el análisis de varianza alcanzó resultados significativos para la regresión, y las pruebas de t realizadas tanto a la constante como al coeficiente de regresión, también alcanzaron resultados significativos, mientras que el análisis de residuos demostró la inexistencia de tendencias específicas en su distribución que recomendaran el empleo de autocorrelaciones (Fig. 5).

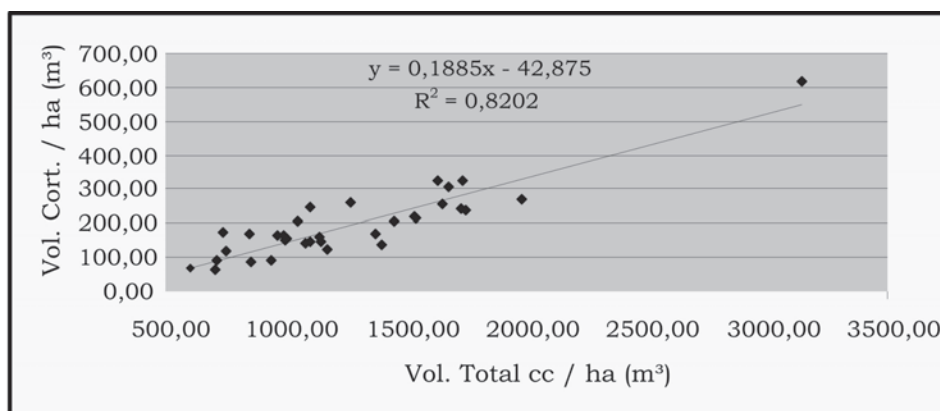


Figura 4. Modelo para la estimación del volumen de corteza por unidad de superficie a partir del volumen total con corteza por unidad de superficie en plantaciones.

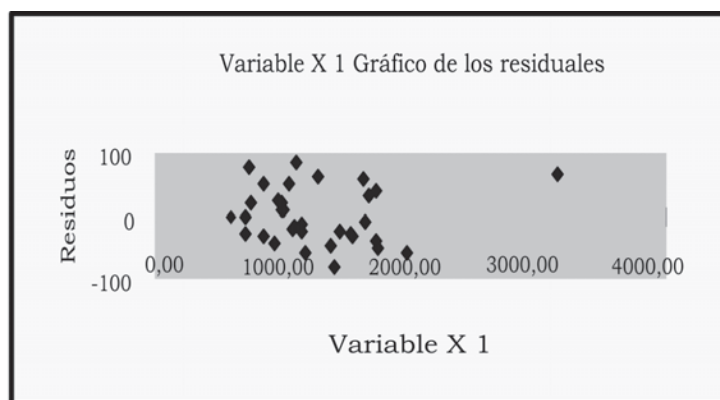


Figura 5. Resultado del análisis de residuos de la regresión.

Sobre este tema no se localizaron reportes bibliográficos que permitieran discutir estos resultados.

CONCLUSIONES

- En las condiciones edafoclimáticas de las plantaciones de *Pinus caribaea* M. var. *cari-*

baea B.&G. existentes en el macizo de Guamuha, en la zona montañosa centro-sur de Cuba, el volumen de corteza es una variable cuya consideración resulta de importancia tanto para los cálculos dasométricos como para las estimaciones de carbono, ya que ignorarla introduce sesgos de importancia que sobrevalúan tanto las existencias de madera como el carbono retenido por la biomasa.

- Aun cuando habitualmente el grosor de corteza no forma parte del conjunto de variables dasométricas registradas en las mediciones forestales que se realizan y utilizan en las plantaciones de esta especie, es posible estimar su valor por unidad de superficie mediante su relación lineal con el volumen total con corteza por unidad de superficie, variable esta última con la que se estima el rendimiento y que habitualmente es reportada en los proyectos de ordenación forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTEAGA, B. 2003. Evaluación dasométrica de una plantación de *Pinus spp.* en Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana (MX)* 5(001): 27-32.
- BORHIDI, A. 1991. *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akademiai kiado, Budapest. 857 p.
- CARRERAS, R., DECHAMPS, R. 1995. Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales. I. El texto. *Sciences Economiques* 9, p. 17-20. Musée Royal de L'Afrique Centrale. Belgique.
- FLORES, A. 2006. Promoción y Fortalecimiento de Actividades Relacionadas con el Programa de Incentivos Forestales – PINFOR–, Subregiones II-1 y III-2, Izabal y Zacapa, Guatemala. 215 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad San Carlos de Guatemala.
- FRANCIS, J. 2000. Estimating Biomass and Carbon Content of Samplings in Puerto Rican Secondary Forests. *Caribbean Journal of Science (PR)* 36(3-4): 346-350.
- GAYOSO, J. Y J. GUERRA. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque (CL)* 26(2): 33-38.
- GIFFORD, R. 2000. Carbon contents of above-ground tissues of forest and woodland trees. Canberra: Australian Greenhouse Office, National Carbon Accounting System, 2000, Technical Report no. 22. 17 p.
- HECHAVARRÍA, O. 2009. Contribución de la fenología a la conservación de tres especies forestales en Tope de Collantes. 117 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad "Hermanos Saíz", Cuba.
- IPCC. 1996. Chapter 5: Land Use Change & Forestry. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London, vol. 3, 57 p.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.
- MERCADET, A., ÁLVAREZ, A., ESCARRÉ, A., ORTIZ, O. 2011. Coeficientes de carbono y nitrógeno en la madera y corteza de especies forestales arbóreas cubanas [en línea]. Disponible en: http://bva.fao.cu/pub_doc/Reposit/cuf0337s.pdf [Consulta: 30 de abril 2012].
- NACIMIENTO, J., ARIAS, J. 1983. Tabla preliminar de rendimiento para *P. caribaea*. Pinar del Río. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 13(2): 103-124.
- ROJAS, F. 1991. Pino caribe (*Pinus caribaea* M. var. *hondurensis* B&G), árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, C. Rica, Inf. Técnico 175, 78 p.
- SLIJEPEVIC, A. 2001. Loss of carbon during controlled regeneration burns in *Eucalyptus obliqua* forest. *Tasforests (CL)* 13(2): 281-290.
- SOLER, M. 2001. *Mil Maderas*. España. Universidad Politécnica Valencia. 598 p.
- VÁZQUEZ, W. 1988. Guía para el manejo de las plantaciones de pino caribe en La Yeguada, Panamá. *Prog. Produc. y Desarrollo Sostenido*, CATIE, C. Rica. 45 p.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Proyecto de la Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Cambio Climático, al Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), por el apoyo financiero prestado para el desarrollo de esta investigación.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arnaldo F. Álvarez Brito

Graduado de biólogo en la Universidad de La Habana, Cuba, recibió un adiestramiento en bioestadística y computación en el Instituto Forestal de Oxford, Reino Unido, y obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Forestales en la Universidad Técnica de Dresde, Alemania. Ha liderado proyectos de investigación sobre semillas, mejoramiento genético, conservación de recursos genéticos

y cambio climático, así como programas de investigación sobre perfeccionamiento institucional y sobre el sector forestal, actuando como experto en estas disciplinas en diversas instancias. Dirigió el equipo de planificación estratégica del INAF y formó parte del equipo del Ministerio de la Agricultura. Fue autor contribuyente del Segundo Reporte del IPCC. Es miembro del Equipo Nacional de Cambio Climático y participó en la elaboración de la Primera y Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención de Cambio Climático.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

- Organización y manejo de fincas forestales integrales.
- Agroforestería.
- Aprovechamiento de productos forestales madereros y no madereros.
- Propagación y manejo de bambú y ratán.
- Tratamientos silvícolas y manejo de bosques.
- Semillas forestales.
- Conservación física de la madera e industria del aserrado y carpintería.
- Propuesta de equipamiento y organización del flujo tecnológico.
- Conservación de especies en peligro de extinción.
- Determinación de manejo de frutos y semillas de especies forestales con especial énfasis en las especies amenazadas.
- Clasificación de fuentes semilleras sobre la base de su genética y la calidad de sus productos.



INAF

Instituto
de Investigaciones
Agro-Forestales

QUEMAS PRESCRITAS, UNA ALTERNATIVA EN EL MANEJO FORESTAL INTEGRAL EN ECOSISTEMAS DE CONÍFERAS

PRESCRIBED BURNS AS AN ALTERNATIVE IN THE INTEGRAL FOREST MANAGEMENT IN CONIFEROUS ECOSYSTEMS

DR. C. ISYOEL URRUTIA-HERNÁNDEZ,¹ M. SC. BEATRIZ RODRÍGUEZ-ALFARO,¹ TÈC. FLORENCIO R. RAMOS-RAMOS,¹
ING. JOSÉ. A. HERNÁNDEZ-ABREU,² DR. C. JOSÉ G. FLORES-GARNICA,³ DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,⁴
ING. LORENZA MARTÍNEZ-GONZÁLEZ¹ Y DR. C. LUIS WILFREDO MARTÍNEZ BECERRA⁵

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Viñales. Km 20, carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba, vinales@forestales.co.cu, teléf.: 793123.

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte s/n, A. P. 405, Camagüey, Cuba.

³ Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.

⁴ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba.

⁵ Universidad de Pinar del Río. Calle Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se exponen los resultados de la puesta en práctica del uso y manejo del fuego en ecosistemas de coníferas. Con el propósito de buscar alternativas versátiles y económicas para su implementación dentro del manejo de los recursos forestales, a pesar de que en Cuba las quemadas prescritas presentan pocos antecedentes, esta práctica se implementa en varios países como una herramienta de apoyo a sus planes de manejo integral forestal. La poca atención en Cuba del uso y manejo del fuego se debe a que existe poca información sobre sus efectos a mediano y a largo plazo en los ecosistemas forestales. Con el siguiente resultado se analizan algunos aspectos de la influencia de las quemadas prescritas, tales como definición, época de aplicación, efectos del fuego sobre el material combustible, los árboles y escurrimiento superficial. por lo que se obtiene que las quemadas prescritas pueden ser una alternativa de apoyo dentro del manejo integral forestal, ya que reducen la carga del material combustible y el riesgo de ocurrencia de incendios forestales, además permiten mitigar el efecto de los incendios forestales sobre el escurrimiento superficial y contribuyen a la conservación de los ecosistemas de pinares, los cuales son dependientes del fuego.

Palabras claves: quemadas prescritas, ecosistemas de coníferas, efectos.

ABSTRACT

The following work exposes the results obtained by fire management in coniferous ecosystems. With the purpose of looking of economic and versatile alternatives for forest resources management, and taking into account that in Cuba prescribed burns have few antecedents; this practice is implemented in several countries as a support tool to its integral forestry management plans. Little attention in Cuba to prescribed burns is due to little information about its affects at medium and long terms in forest ecosystems. In this paper some aspects of prescribed burns influence such as: definition, application time, fire effects on fuel material, trees and superficial glide. Results show that prescribed burns can be support alternative in Integral forestry management because of reduction of fuel materials and the risk of forest fires, also allow forest fires effects mitigation in superficial glide and contribute to Pine ecosystems conservation, fire dependent ecosystems.

Key words: prescribed burn, coniferous ecosystems, effects.

INTRODUCCIÓN

En la última década muchas regiones del mundo han sido testigo de la creciente tendencia a aplicar el fuego excesivamente en los sistemas de uso de la tierra y de una creciente existencia de incendios forestales de extrema gravedad. Algunas de las consecuencias de estos traspasan las fronteras, como es el caso de la contaminación por humo y sus efectos negativos en la seguridad de la salud humana, y de la pérdida de la diversidad biológica o degradación del sitio a nivel de paisaje que conduce a la desertificación o anegamiento [Flores y Cabrera, 2009].

La quema prescrita no es más que el uso consciente del fuego que involucra un plan escrito, en un área definida, bajo condiciones conocidas de material combustible, clima, vegetación y topografía, que permitan obtener los objetivos y beneficios perseguidos [Urrutia, 2013].

Los ecosistemas forestales de todo el mundo se ven afectados por varios factores que, de una u otra forma, son parte de su ecología. Dentro de estos se destaca el fuego, el cual ha definido la presencia y permanencia de varias comunidades [Flores *et al.*, 2010].

Para poder usar en forma sostenible los bienes y servicios que aportan los recursos forestales, el hombre ha tenido que conocer cuáles son los efectos del fuego en los diferentes elementos de los ecosistemas forestales. Esto ha propiciado que en varios países se tenga bastante información al respecto, llegando incluso al grado de legislar la forma de evaluar el impacto ambiental de los incendios forestales, por lo que las quemaduras prescritas se apoyan en el principio de que los efectos del fuego sobre el recurso forestal en ocasiones son benéficos, de ahí que la perspectiva de un manejo integral de los recursos forestales implican el uso de estas en forma coordinada, pudiéndose obtener unos o varios objetivos. El siguiente trabajo posee como objetivo analizar algunos aspectos de la influencia de las quemaduras prescritas, tales como definición, época de aplicación, efectos del fuego sobre el material combustible, los árboles y escurrimiento superficial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Hidrológica Amistad, Galalón, Pinar del Río, es-

pecíficamente en la subcuenca número uno, con un área de 8,91 ha, presentando las siguientes características generales: altitud de 122 msnm, pendiente media del 20,4 %, precipitación de 1876 mm. El suelo, según Hernández *et al.* (1999), se clasifica como ferralítico amarillento lixiviado, subtipo típico, y está dominada por las especies arbóreas *Pinus tropicalis* Morelet y *Pinus caribaea* var. *caribaea* Barret y Golfari.

Muestreo y toma de datos

Durante el desarrollo del experimento se evaluó el comportamiento del fuego y los efectos del mismo sobre el material combustible disponible los indicadores hidrológicos y la vegetación. En el caso del comportamiento del fuego se ubicaron tres parcelas rectangulares de 10 000 m² cada una con una intensidad de muestreo del 33,7 % de la superficie, considerando la metodología establecida por Kirkby y Morgan (1984) para determinar los escurrimientos superficiales, quemaduras con la técnica de quema en retroceso (en contra de la pendiente y del viento), con dimensiones de 200 m x 50 m al azar en la subcuenca número uno.

El plan de quemaduras prescritas se realizó teniendo en cuenta el conjunto de acciones o tareas que se deben llevar a cabo en el terreno antes, durante y después de la quema para alcanzar los objetivos de la misma sin peligro [Martínez, 2006]. Para esto se utilizó la prescripción que según SEMARNAP (1999) es el conjunto de condiciones (factores topográficos, meteorológicos, combustibles, intensidad y otros) que se especifican para el control del comportamiento del fuego en una quema prescrita.

La estimación de la cantidad de material combustible fue realizada una semana antes de la fecha en que se ejecutaron las quemaduras y una semana después de realizadas. Se utilizó el método de muestreo de las parcelas cuadradas de 1 m² en transeptos, ubicándose cinco de estas en línea recta al centro de cada parcela de 10 000 m² con una separación de 10 m entre ellas.

Con la ecuación 1, a través de un premuestreo, se determinó el tamaño de la muestra para cada una de las clases en que se clasificó el material combustible. Como el número de parcelas varió de una clase a otra, se trabajó con el tamaño correspondiente a la clase de mayor variabili-

dad, lo cual implica el mayor número de parcelas obtenido de 24 parcelas.

$$N = \left[\frac{CV \cdot t}{EM \%} \right]^2 \quad [1]$$

donde:

N: Tamaño de la muestra

CV: Coeficiente de variación

EM: Error de muestreo (15 %)

T: Valor obtenido de la tabla de distribución de t de Student con n^{-1} , para un 95 % de probabilidad

Prescripción

Para la elaboración del plan de quemas prescritas se tuvieron en cuenta trabajos realizados en Centroamérica, sur de Estados Unidos y Brasil, citado por Martínez (2006), entre otros, además de considerar las regulaciones de la Ley Forestal de Cuba (2010).

Se describió la unidad de quema, además se consideraron los tipos de vegetación, localización, tamaño, topografía, organización y se realizaron las brechas cortafuego para evitar el escape del fuego.

Se determinó que los combustibles fueran como se describieron en el plan de quema para darle inicio al fuego; las variables meteorológicas se monitorearon antes, durante y después de efectuadas las quemas, lo cual permitió asegurar la misma, por lo que Batista *et al.* (1997) consideran que el material combustible es fundamental para la ocurrencia y propagación del fuego.

En el momento de realizar el plan de quema prescrita y de efectuar las mismas, se les explicó a todos los participantes el objetivo de su aplicación, se comprobó el pronóstico del tiempo con los instrumentos manuales en el área, se verificó la humedad de los combustibles y se realizó una quema de prueba para observar el comportamiento del fuego, corroborado con lo planteado por Nájera (2000) y TNC (2005). Al terminar las labores se comprobó que el fuego ha sido liquidado en el rango admisible para realizar una quema prescrita, según Batista *et al.* (2000).

Registro de las variables hidrológicas

Las subcuencas están cerradas en un punto, con instalación de vertedores triangulares de

pared estrecha y un ángulo del 90° en el vértice. Cada vertedor cuenta con un registrador automático del nivel de las aguas (colocado sobre una caseta), con su correspondiente vaso comunicante para informar el nivel del agua del cauce con el del flotante, transmitiendo las variaciones al linnígrafo y registrándose en una carta.

Rendimiento hídrico (escurrimiento)

Para el procesamiento del escurrimiento se determinan diferentes indicadores: volumen (l), módulo de escurrimiento (l/s ha), lámina de escurrimiento (mm) y coeficiente de escurrimiento. Esto se realiza a partir de la determinación diaria del caudal (l/s) y el uso de un programa computarizado basado en la fórmula de Thomson [Thomson en Herrero *et al.*, 1985], específico para este tipo de vertedor, según la cual el valor del gasto o caudal corresponde a la expresión 2:

$$Q = 1,343 \cdot H^{2,4,7} \quad [2]$$

donde:

Q: gasto o caudal (l/s)

H: nivel del agua sobre el vértice del vertedor (cm)

Las ecuaciones para determinar los diferentes indicadores hidrológicos son las 3, 4 y 5.

$$Le = \frac{V}{A} \quad Ce = \frac{V}{PP \cdot A} \cdot Me = \frac{V}{T \cdot A}$$

[3]
[4]
[5]

donde:

Le: Lámina de escurrimiento (mm)

Me: Módulo de escurrimiento (l/s/ha).

Ce: Coeficiente de escurrimiento

V: Volumen de escurrimiento (l)

A: Área de la cuenca (ha)

T: Tiempo (s)

PP: Lluvia (mm)

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la Prueba de Rangos Kruskal-Wallis para cada muestra independiente, que permite establecer las comparaciones entre tratamientos que se realizan a través de las diferencias entre las medias de los rangos, utilizando el paquete estadístico Infostat Software Versión (2008).

Determinación de los efectos de las quemas prescritas sobre el estrato arbóreo

Los efectos del fuego sobre la vegetación se evaluaron una semana y dos meses después del fuego a través de la metodología modificada por Hernández *et al.* (2000), citado por Flores y Benavides (2009), que establece la determinación del pronóstico de árboles vivos atendiendo a los diferentes grados de afectaciones causados por el incendio forestal en el bosque que consiste en:

- *Afectación ligera*: el fuego toca superficialmente el fuste desde la base hasta la mitad de la copa, sin penetrar en los tejidos vivos.
- *Afectación grave*: cuando el fuego carboniza parte del fuste y más del 50 % de la copa es afectada, sin llegar a la yema terminal.
- *Afectación completa*: el fuego carboniza totalmente al árbol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definición de quemas prescritas

Quema prescrita es la que se realiza según un plan técnico (escrito) bajo prescripción, confinada a un área y condicionada por los combustibles, las condiciones meteorológicas y la topografía del terreno, para estimar un comportamiento del fuego que marque unos objetivos con compatibilidad ecológica [Martínez, 2006].

Según Ramos (2010), la quema prescrita es un trabajo muy técnico que exige el conocimiento del comportamiento del fuego, sus efectos sobre el ambiente y las técnicas de combate.

La quema prescrita

Considerando las referencias anteriores, definimos que no es más que el consciente del fuego que involucra un plan escrito, en un área definida, bajo condiciones conocidas de material combustible, clima, vegetación y topografía, que permitan obtener los objetivos y beneficios perseguidos.

Asumiendo las definiciones que establecen los diferentes autores sobre las quemas prescritas, indiscutiblemente juegan un papel fundamental en el manejo integral de los recursos forestales, ya que contribuyen a mitigar el surgimiento y propagación de los incendios forestales, además de ser usadas para la reducción de mate-

rial combustible, preparación de sitios para la regeneración natural, control de la vegetación y el mejoramiento de pastos para el pastoreo, entre otros.

Ejecución de las quemas prescritas

Para desarrollar las quemas prescritas y garantizar los objetivos previstos se analizaron varios factores climáticos de la región. Heikkilä *et al.* (1993) plantean que las condiciones climatológicas determinan el comportamiento del fuego, destacándose dentro de estos las variables precipitación, viento, temperatura y humedad relativa, las cuales fueron tomadas antes, durante y después de efectuar las quemas previstas.

Para el uso del fuego se utilizó la técnica de quema en retroceso, las cuales se realizaron en noviembre y diciembre de 2008, para favorecer la efectividad de las mismas en el área de estudio, corroborado por lo expresado por Martínez (2006), donde refiere que las quemas prescritas no pueden realizarse durante aquellos meses del año cuando no llueve o cuando llueve excesivamente. Deben realizarse durante la época del año que exista una alta probabilidad de que después de una lluvia ligera (menos de 10 mm) sucederá un período corto sin lluvia. Este resultado concuerda con los resultados de Brown y Davis (1973), que recomiendan las quemas en el hemisferio norte, entre diciembre y marzo, en condiciones de uno a tres días sin lluvias y con vientos de dirección norte entre 4,8 y 16 km • h⁻¹ como los mejores.

Efecto de las quemas prescritas sobre el material combustible

Basado en la clasificación del material combustible se determinó que para el área de estudio las misceláneas fueron las de mayor representatividad. Esto se debe a la gran acumulación de las acículas y otras hojas de varias especies forestales que demoran tiempo en descomponerse, formando una capa gruesa, donde el fuego se puede propagar con facilidad.

Los valores totales del material combustible seco colectado para las parcelas uno, dos y tres alcanzan 2081,23 g • m⁻² ± 3; 2284,4 g • m⁻² ± 3 y 1814,17 g • m⁻² ± 2, respectivamente.

El peso seco del material combustible después de la quema por parcelas y clases de combustibles, al aplicar las quemas se logró una re-

ducción del peso seco del material combustible de un 87,7 %, atribuyendo la mayor reducción en la clase de material combustible verde con el 100 %, producto de la deshidratación de las hojas causada por el efecto del fuego y las altas temperaturas. Las misceláneas se redujeron en un 96,7 % por ser el material más fino y de fácil propagación del fuego. Estos resultados concuerdan con los de Urrutia *et al.* (2011) en el mismo sitio, que logró una reducción del material combustible de un 88,04 % con la aplicación

de quemas prescritas y quemas controladas de baja severidad.

Comportamiento de los indicadores hidrológicos antes y después de efectuadas las quemas

Al analizar el comportamiento del coeficiente, lámina y módulo de escurrimiento dos años antes y después de aplicadas las quemas prescritas en parches hasta los dos años con el empleo de la prueba de comparación de rangos de Kruskal-Wallis, se obtiene la *Tabla 1*.

TABLA 1

Análisis del comportamiento de los indicadores hidrológicos dos años antes y después de efectuadas las quemas en la subcuenca número uno con el empleo de la prueba de comparación de rangos de Kruskal-Wallis

Variable	Año	N	Medias	D. E.	Medianas	Promedios rangos	H	P
LE	I	12	46,52	76,04	20,80	24,08	0,26	0,9991
LE	II	12	60,55	75,08	16,90	24,92		
LE	III	12	101,75	188,78	10,09	24,58		
LE	IV	12	32,67	37,25	26,59	24,42		
ME	I	12	0,17	0,29	0,07	23,46	0,65	0,8841
ME	II	12	0,23	0,28	0,09	26,71		
ME	III	12	0,37	0,73	0,03	22,50		
ME	IV	12	0,13	0,14	0,10	25,33		
CE	I	12	0,22	0,14	0,21	23,38	1,32	0,7241
CE	II	12	0,29	0,19	0,29	27,38		
CE	III	12	0,33	0,32	0,25	25,92		
CE	IV	12	0,19	0,12	0,17	21,33		

No se presentan diferencias significativas para $\alpha > 0,05$.

En esta tabla se evidencia que no existen diferencias significativas $\alpha > 0,05$ para las variables analizadas, suscitado por la baja severidad de las quemas que no afectaron el bosque de pino, lo cual favorece la retención en sus hojas y ramas parte de las lluvias caídas. En correspondencia con lo expresado por Rodríguez (2008) sobre la importancia de los bosques en la escorrentía, al modificar la forma en que las precipitaciones acceden a los cauces, esto incide en la disminución drástica de las aportaciones superficiales.

La baja severidad de las quemas prescritas ejecutadas contribuyó a que los efectos del fuego sobre el comportamiento del escurrimiento superficial tuvieran un impacto mínimo en los indicadores principales evaluados. De acuerdo

con Baker (1988), la producción de agua por el efecto del fuego en bosques y pastizales dependen de la intensidad de la quema y la proporción del área quemada.

Efectos del fuego sobre el bosque de coníferas

El bosque natural mezclado con las especies *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*, encontrándose en la fase de desarrollo latizal alto, posee un fuste limpio, característica que les permite mitigar los efectos del fuego, resultando que ningún árbol muriera, además de poseer una corteza gruesa que la protege de los daños provocados por las altas temperaturas. En este sentido, Barlow *et al.* (2003) notaron que árboles sobrevivientes al fuego tenían una corteza significativamente más gruesa que los árboles vivientes en las parcelas sin quemar,

indicando que árboles con corteza delgada son más propensos a la mortalidad selectiva inducida por el calor.

Aunque aún es controversial, el uso del fuego favorece al incremento de la biodiversidad, en comparación con áreas no quemadas debido a que muchas especies poseen varios mecanismos de adaptación, por lo que la cuestión en la conservación y en el fomento de especies no es la exclusión del fuego, sino la identificación de la intensidad y la frecuencia con la que este debe ocurrir.

La evolución del impacto del fuego sobre la regeneración natural es un proceso dinámico, debido a que las condiciones que se definen después del fuego no son las mismas después de un período de varios meses. Respecto a la época en que se efectuaron las quemas prescritas, se

determinó que las mismas no favorecieron en gran medida a la regeneración natural de las especies de pino en estudio; sin embargo, se observó a los dos años en los espacios abiertos y soleados la presencia de regeneración natural de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* (Fig. 1), contribuyendo a preservar el origen de la especie endémica de Cuba *Pinus tropicalis*, en determinadas condiciones de los pinares naturales, lo que no se logra mediante la reforestación por diversas causas. En correspondencia con lo expresado por Sánchez y Dieterich (1983), algunos ecosistemas requieren del fuego para su continuidad, mientras que otros solo han desarrollado adaptaciones para poder sobrevivir; asimismo, existen especies y comunidades que renacen después de un incendio forestal, y otras, en cambio, son reducidas o eliminadas por el fuego.

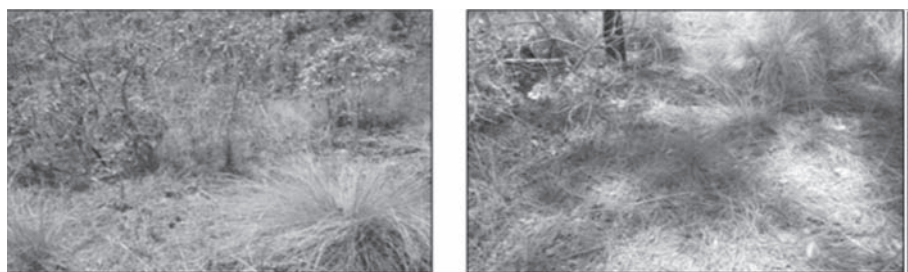


Figura 1. Regeneración natural de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* después de las quemas. (Fuente: elaboración propia).

CONCLUSIONES

- Las diferentes alternativas que presentan las quemas prescritas permiten plantear esta técnica como una herramienta viable en el apoyo de planes de manejo integral forestal.
- La implementación de las quemas prescritas permiten manejar la carga del material combustible, lo que contribuye a disminuir el riesgo de ocurrencia y propagación de incendios forestales.
- El uso del fuego no provocó efectos significativos sobre el comportamiento de los indicadores hidrológicos tales como lámina, módulo y coeficiente de escurrimiento dado a su baja intensidad.
- Las quemas prescritas implementadas no causaron daños a las especies arbóreas de pino y favorecieron perpetuar las especies que por diferentes causas se dificulta en su medio natural.

BIBLIOGRAFÍA

- BAKER, M. B. 1988. Hidrologic and water quality effects of fire. Effects of Fire Management of Southwestern Natural Resources. Proceedings of the Symposium. Technical Report RM-191. USDA Forest Service. p. 31-42.
- BARLOW, J.; PERES, C. A., LAGAN, B. O., HAUGAASEN, T. 2003. Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires. Ecology letters (US) 6 (1): 6-8.
- BATISTA, A. C., SOARES, R.V. 1997. Manual de prevenção e combate a incendios florestais. Curitiba. Panamá. Brasil. 50 p.
- BATISTA, A. C., REISSMANN, C. B., SOARES, R. V. 2000. Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés-PR. Floresta (BR) 27 (1-2): 59-70.
- BROWN, A. A. AND K. P. DAVIS. 1973. Forest Fire – Control and use. New York. Mc Graw Hill. 686 p.
- FLORES, J., CABRERA, R. 2009. Alteraciones del paisaje debido a los incendios forestales. Flores, J. In: Impacto ambiental de incendios forestales. (ed.) Mundi Prensa México, S. A. de C. V. p. 293-301.
- FLORES, J., BENAVIDES, J. 2009. Impacto en el suelo de dos tipos de quemas controladas en un rodal de bosque templado. In:

- Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed.). Mundi Prensa México, S. A. de C.V. p. 225 - 232.
- FLORES, J.; XELHUANTZI, J., CHÁVEZ, A. 2010. Evaluación del impacto ambiental de incendios forestales en el Bosque de la Primavera. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Folleto Técnico Número 5. México. 109 p.
- HERRERO, J. A. ET AL. 1985. Manejo de *P. caribaea* en las zonas de altura de Pizarras, Pinar del Río. Reseñas Forestales, CIDA, La Habana, 59 p.
- HEIKILÄ, T.V., GRÖNOVIST, R. AND JURVÉLIUS, M. 1993. Handbook on Forest Fire Control. A. Guide for Trainers. Forestry Training Programme, Publication 21. Helsinki. 239 p.
- HERNÁNDEZ, A. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura.
- Ley Forestal de Cuba. Tercera Edición 2010. Dirección Estatal Forestal. MINAG. 55 p.
- INFOSTAT (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. Los derechos de autor de este manual, corresponden a: Mónica G. Balzarini, Laura A. González, Elena M. Tablada, Fernando Casanoves, Julio A. Di Rienzo, Carlos W. Robledo.
- KIRKBY, M. J., MORGAN C., R. P. 1984. Erosión de suelos. Editorial Limusa. 375 p.
- MARTÍNEZ, B., L. W. 2006. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. 94 h. Tesis (en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- NAJERA, A. 2000. Curso internacional de protección contra incendios forestales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 24 p.
- RAMOS, M. 2010. Manejo del fuego. La Habana. Editorial Félix Varela. 230 p.
- RODRÍGUEZ, B. 2008. Evaluación del comportamiento de la especie *Pinus tropicalis* Morelet afectados por los incendios forestales, en la zona "Carlos Luís" perteneciente a la EFI Minas de Matahambre. 53 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- SÁNCHEZ, C. J., DIETERICH, J. H. 1983. Efecto de quemas controladas en *Pinus durangensis* en Madera, Chihuahua. Nota Técnica N.9 PR-05. Centro de Investigaciones del Norte. INIF. SARH. Chihuahua. 9 p.
- SEMARNAP. 1999. Curso Internacional de protección contra incendios forestales. Centro de capacitación del CITMA, México. 500 p.
- The Nature Conservancy. 2005. Introducción a quemas prescritas para áreas naturales protegidas. Belice. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. 43 p.
- URRUTIA, I. ET AL. 2011. Quemas prescritas una alternativa ecológica para la reducción del material combustible en plantaciones de pino. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 30(2): ISSN 0138-6441 www.bva.fao.cu.
- URRUTIA HERNÁNDEZ, I. 2013. Quemas prescritas: influencia en la estabilidad de los indicadores hidrológicos en la sub cuenca hidrográfica número uno, asociada al río san diego, Gala-lón. 101 p. Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Isyoel Urrutia Hernández

Ingeniero agrónomo, doctor en Ciencias Forestales, investigador agregado de la Estación Experimental Agro-Forestal de Viñales, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de protección y manejo del fuego. Ha impartido docencia en la enseñanza de nivel medio en las temáticas de silvicultura y ordenación forestal. Ha dirigido tres proyectos de investigación científica. Recibió el premio de mayor impacto ambiental en dos ocasiones en el IV y V Congreso Forestal de Cuba. Ha obtenido un premio MINAG y un premio de la Academia Provincial. Ha participado en diferentes eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

***Gerascanthus geracantoides* (Kunth) Borhidi (*Cordia gerascanthus*) (Boraginaceae)**



NOMBRE vULGAR: Baría Anaconda, Geiger tree.

No: 56 (HBw.)

Distribución geográfica: en toda Cuba e I. de la Juventud; Antillas Mayores, I. Caimán, México, América Central en montes semicaducifolios secos.

Caracteres macroscópicos: albura de poco espesor color gris pardusco y es rápidamente destruida por insectos. Duramen color castaño rojizo con anchas vetas oscuras de color casi negro, poco lustre. Zonas de crecimiento visibles. Textura fina, grano recto, pesada dura y resistente, fácil de trabajar y pulir; no se agrieta fácilmente; muy durable.

Densidad: 0. 840-0,970 g/cm³

Principales usos: no tiene usos distintivos. Se emplea en la fabricación de muebles, construcciones, objetos torneados, traviesas, ciellorrasos, carros, pasamanos, escaleras.

Caracteres microscópicos:

A. Porosidad:

Distribución: difusa, poros mayormente solitarios de forma oval; grupos radiales de dos a tres células y muy frecuentemente conglomerados de pocas células.

Diámetro (μm): 84-116-150

No./mm²: 19

Pared (μm): 84-116-150

Placa perforada: simple

Punteaduras: alternas, medianas

Contenidos: tílides escasas

Longitud (μm): 292-381-402

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal vasicéntrico a veces confluyente.

Diámetro (μm): 22

No. células la serie: 2-3-5

Contenidos: no

Long. serie (μm): 200-329-437

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: heterogéneos

No./mm: 5

Contenidos: cristales

Ancho (μm): 52-64-70

No. células: 3 a 4

Alto (μm): 315-684-742

No. células: 46-62-81

D. Fibras:

Tipo: libriformes, ovales

Distribución: cierta orientación radial

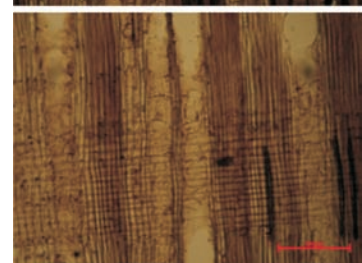
Diámetro (μm): 8,5

Grosor de pared (μm): 2

Longitud (μm): 992-1505-1580

E. Caracteres especiales:

No



ORQUÍDEAS EPÍFITAS COMO ESPECIES INDICADORAS DE PERTURBACIONES EN EL SECTOR OESTE DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DEL ROSARIO

EPIPHYTE ORCHIDS AS INDICATIVE SPECIES OF DISTURBANCES IN THE WEST SECTOR OF THE BIOSPHERE RESERVE SIERRA DEL ROSARIO

Dra. C. Surima Orta-Pozo

Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 Final, C. P. 20100, Pinar del Río, Cuba,
teléf.: 51 90 91, surima@upr.edu.cu

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de determinar las especies de orquídeas epífitas indicadoras de bosques perturbados en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (RBSR). Se seleccionó tres zonas del sector oeste, en las cuales se establecieron 47 parcelas de 500 m² (50 m x 10 m) de forma sistemática, teniendo en cuenta las secciones base, media y cima, los cuatro puntos cardinales: norte (N), sur (S), este (E) y oeste (W), y la accesibilidad de cada uno de los sitios muestreados. Para la selección de las especies indicadoras a partir de los criterios establecidos se tuvo en cuenta las variables de respuestas tales como: especies que ocupen más del 5 % del área, diversidad de forofitos y la influencia de disturbios antrópicos. El patrón de especies indicadoras según las variables establecidas estuvo asociado a las especies *Prosthechea boothiana* y *Polystachya concreta*.

Palabras claves: orquídeas epífitas, especies indicadoras, bosques perturbados.

ABSTRACT

The present research was carried out with the aim of determining the epiphyteorchid species indicative of disturbed forests in the biosphere reserve Sierra del Rosario (RBSR). Three areas were selected of the west sector in which 47 parcels of 500 m² were settled down (50 m x 10 m), in a systematic way, regarding the sections: base, middle and summit; the four cardinal points: North (N), South (S), This (E) and West (W); and the accessibility of each one of the sampling places. The response variables were used by the selection of the indicative species taking into consideration the established approaches such as: species which occupy more than 5 % of the area, tree diversity and the influence of man disturbances. The pattern of indicative species according to the established variables was associated to the species *Prosthechea boothiana* and *Polystachya concreta*.

Words key: epiphyte orchid, indicative species, disturbed forests

INTRODUCCIÓN

La familia *Orchidaceae* incluye numerosas plantas epífitas vasculares, que comprenden alrededor de 35 000 especies distribuidas en 800 géneros, sin contar 180 000 híbridos creados por la mano del hombre [López, 2009]. Esta familia es un componente importante de los bosques, tanto en lo que se refiere a la riqueza de las especies como a su rol en los ciclos de agua

y nutrientes [Gentry y Dodson, 1987; Ibisch, 1996; Guariguata y Kattan, 2002; Ferro, 2004; Krömer *et al.*, 2007].

Las orquídeas epífitas viven sobre los árboles, en sus ramas y a veces en las hojas. Esto hace que sean especialmente sensibles a los cambios climatológicos. En particular, son indicadoras ecológicas importantes del incremento de tem-

peraturas y aridez, asociadas con la deforestación a gran escala, que cada día es mayor la creciente presión humana sobre los bosques. Se conoce muy poco sobre el impacto de deforestación a la diversidad de epífitas en bosques y mucho menos sobre la ecología de epífitas en los bosques secundarios [Barthlott *et al.*, 2001], por lo que el estudio de las orquídeas silvestres tiene beneficios conservacionistas y científicos, ya que se incluyen como indicadores de referencia para la salud del ecosistema. Por esta razón la meta fundamental de este estudio es identificar las especies indicadoras de los bosques perturbados en el sector oeste de la RBSR.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende el sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario con una extensión de 56,4 km², en el cual se incluyen tres zonas: transición, amortiguamiento y núcleo [(Orta, 2010)].

- La zona de transición es donde existe una mayor influencia humana. Comprende actividades económicas variadas para los asentamientos humanos y otros.
- La zona de amortiguamiento rodea a la zona núcleo, formando parte de su área de influencia, por lo que se realizan actividades de desarrollo socioeconómico sostenible y prácticas ecológicas racionales.
- La zona núcleo tiene que estar protegida legalmente y debe asegurar una protección a largo plazo del paisaje, los ecosistemas y las especies que contiene. La zona núcleo fue el patrón fundamental de referencia, ya que existen una Reserva Ecológica (El Salón) y dos Reservas Naturales (Las Peladas y El Mulo) de las cuales se seleccionó para el estudio la segunda reserva natural El Mulo.

Para seleccionar a una especie (o grupo) como indicadora se identifican varios criterios, pero normalmente no todos son cumplidos [Feinsinger, 2004; Schmidt *et al.*, 2006]. Las investigaciones encaminadas hacia las orquídeas, como especies indicadoras de perturbaciones, han sido escasas, por lo que se hizo una valoración de los criterios establecidos por diferentes autores en estudios puntuales de especies indicadoras, ya fueran familias selectas de plantas vasculares [Ruokolainen y Tuomisto, 1994],

epífitas vasculares, por ejemplo *Tillandsia fasciculata* [Ferro, 2004], indicadores del bosque [Schmidt *et al.*, 2006], Pteridofitas [Rodríguez *et al.*, 2008] y especies indicadoras de bosques fragmentados [Garibaldi, 2008].

Este estudio está basado en los criterios propuestos por Feinsinger (2004) a partir de las características de la zona de estudio como muestreo objetivo, muestreo eficiente, tamaño de muestra, costo del muestreo, familiaridad y de interés general.

Para la selección de las especies indicadoras a partir de los criterios establecidos por Feinsinger (2004) se tuvo en cuenta las variables de respuestas tales como:

- *Especies que ocupen más del 5 % del área (abundancia y frecuencia)*: se basó en la metodología de parcelas rectangulares [Estévez, 2005; Mujica, 2007; Ubiali *et al.*, 2009], para la cual se estableció una línea de inventario de la base a la cima de la altura; a partir de ahí se levantaron un total de 47 parcelas de 10 m x 50 m (500 m²) de forma sistemática en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, teniendo en cuenta las secciones base, media y cima, los cuatro puntos cardinales: norte (N), sur (S), este (E) y oeste (W), y la accesibilidad de cada uno de los sitios muestreados.
- *Diversidad de forofitos*: se tuvo en cuenta la asociación entre orquídeas epífitas-forofito a partir del muestreo.
- *Influencia de disturbios antrópicos*: mediante el método de observación y apreciación del área muestreada [Pickett *et al.*, 1989; Salinas *et al.*, 2003] se registró la distancia desde el disturbio (metro) con respecto a las parcelas establecidas y la distribución de las especies de orquídeas epífitas. Se consideraron tres niveles del factor disturbio: 1) como altamente intervenido menos de 50 m; 2) medianamente intervenido entre 50 y 100 m; 3) no intervenido más de 100 m. Este último valor se estableció para evaluar las áreas que se mantienen conservadas por pertenecer a las zonas de la RBSR. En el estudio se valoró el área general según los resultados y se determinó el nivel de intervención.

Para el análisis de los resultados de las especies indicadoras de perturbaciones se aplicó la tabla

de contingencia mediante el empleo del software SPSS 15.0 para Windows.

En el estudio se analizó, de un modo directo, las relaciones entre la abundancia de especies de orquídeas epífitas, las localidades, las parcelas y los disturbios mediante un análisis de correspondencias canónicas (CCA), empleando el Programa PC-ORD para Windows, versión 4.17 [McCune y Mefford, 1999].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies indicadoras de perturbaciones son usadas para evaluar los impactos que sufren los ecosistemas a causa de las actividades antro-

pogénicas. Estas especies han sido utilizadas para evaluar la magnitud de una perturbación, dar seguimiento a otras especies y localizar zonas de alta biodiversidad regional [Caro, 2000; Favreau *et al.*, 2006].

Según las variables establecidas para seleccionar las especies de orquídeas indicadoras de perturbaciones en las zonas de estudio, *Prosthechea boothiana* y *Polystachya concreta* representaron los porcentajes más elevados, no solo por su abundancia, sino también por la frecuencia en las áreas muestreadas (Tabla 1). De hecho, *P. concreta* representó el valor más alto de frecuencia con el 20,0 % y *P. boothiana* la sucedió con el 14,3 %.

TABLA 1

Distribución del número de individuos por especies de orquídeas epífitas en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (1-zona de transición, 2-zona de amortiguamiento 3-zona núcleo)

Especies	1	2	3	Número de individuos	Frecuencia
<i>Brassia caudata</i> (Linnaeus) Lindley	0	0	1	1	1
<i>Bulbophyllum pachyrhachis</i> (A. Richard) Grisebach	0	0	1	1	1
<i>Encyclia fucata</i> (Lindley) Britton et Millspaugh	1	0	1	2	2
<i>Ionopsis utricularioides</i> (Swartz) Lindley	0	1	1	2	2
<i>Broughtonia lindenii</i> (Lindley) Dressler	0	0	2	2	1
<i>Leochilus labiatus</i> (Swartz) O. Kuntze	2	0	0	2	1
<i>Heterotaxis sessilis</i> (Swartz) F. Barros, Hoehnea	0	0	3	3	2
<i>Prosthechea cochleata</i> (Linnaeus) W. E. Higgins	2	2	1	5	3
<i>Encyclia plicata</i> (Lindley) Britton et Millspaugh	0	0	5	5	1
<i>Nidema ottonis</i> (Reichenbach) Britton & Millspaugh	0	0	5	5	4
<i>Tribulago tribuloides</i> (Swartz) Luer	0	0	6	6	3
<i>Encyclia bipapularis</i> (Reichenbach f.) Acuña	0	0	7	7	1
<i>Epidendrum anceps</i> Jacquin	0	0	9	9	2
<i>Trichocentrum undulatum</i> (Swartz) Ackerman & M.W.Ch.	1	2	10	13	4
<i>Prosthechea boothiana</i> (Lindley) W. E. Higgins	12	4	35	51	11
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacquin	44	6	8	58	4
<i>Specklinia sertularioides</i> (Swartz) Luer	0	0	60	60	2
<i>Polystachya concreta</i> (Jacquin) Garay & Sweet	53	4	15	72	17
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacquin	78	6	0	84	3

De ahí que estas especies tiendan a distribuirse de forma equitativa en las secciones de las localidades y no sean solamente representativas en la etapa de desarrollo de vida adulta, sino también en la etapa de desarrollo de plántulas, observadas en la distribución, por consiguiente, puedan resistir también los efectos de la extracción provocada por los disturbios antropogénicos.

En cuanto a la diversidad de forofitos, dichas especies son las de mayores variantes de preferencias por especies forestales, tanto de valor comercial como de valor ecológico, entre otras. *P. boothiana* fue localizada sobre especies forestales que no poseen valor comercial como *Syzygium jambos* L. Alston in Trimen, *Mangifera indica* L. y *Caesalpinia bahamensis*

Lam. Además, se localizó no solo en *Roystonea regia* (Kunth) O. F Cook, especie de mayor abundancia y distribución con un alto valor de conservación, sino también en menor escala en especies comerciales como *Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC y *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell. Asimismo, *P. concreta* presenta una alta distribución en los siguientes forofitos: *R. regia*, *A. inermis*, *S. jambos*, *M. indica*, *Sideroxylon foetidissimum* Jacq., *Oxandra lanceolata* (Sw) Baill. y *Prunus occidentalis* Sw.

Los disturbios que más inciden sobre los bosques en el sector oeste de la RBSR y a su vez,

sobre la preservación de las orquídeas epífitas están representados por la extracción de Productos Forestales Maderables y Productos Forestales no Maderables (PFM y PFNM), la apertura de caminos y senderos y la producción de carbón.

En la Fig. 1 se representa el análisis de correspondencias canónica entre los disturbios y la abundancia de especies en el sector oeste de la RBSR. Hay áreas perturbadas, de una forma u otra, por disturbios donde se encuentran especies como *P. boothiana*, *P. concreta*, *E. nocturnum* y *T. undulatum*.

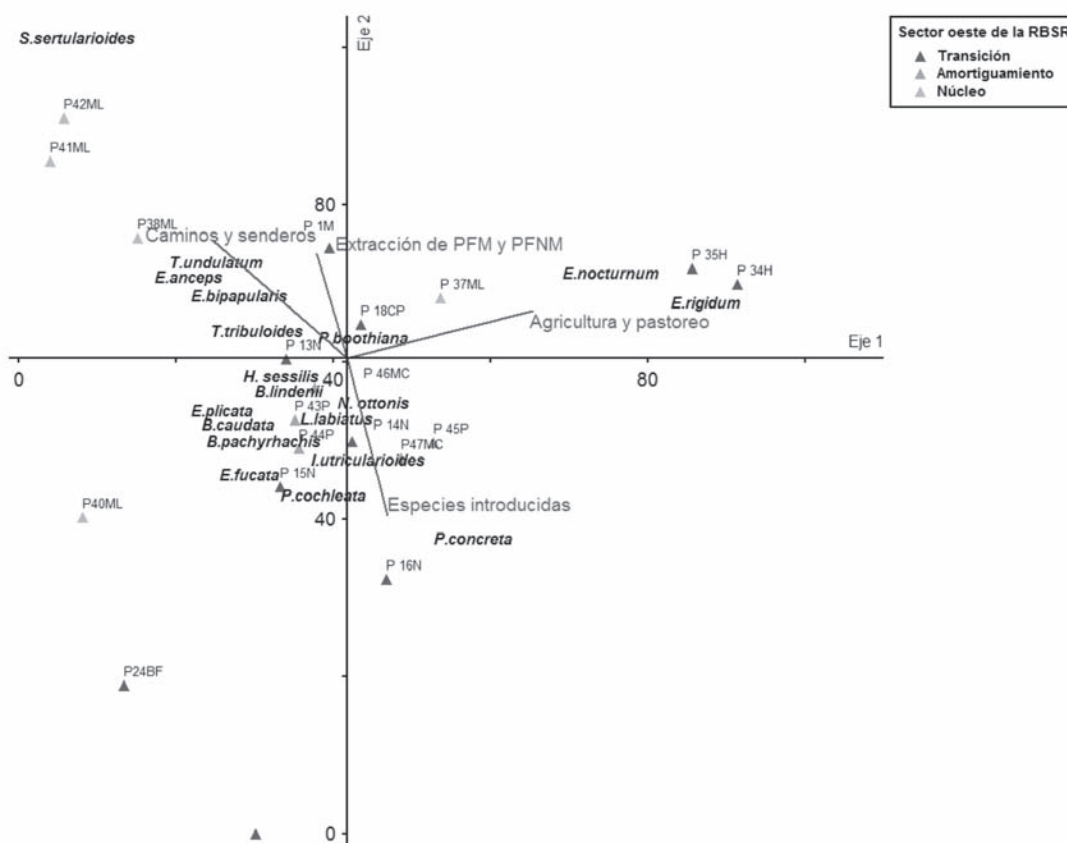


Figura 1. Análisis de correspondencia canónica entre los disturbios y la abundancia de especies en el sector oeste de la RBSR (M-Mogote, N- Nogal, CP-Cañada de Peguero, H-Hondones, BF-Brazo fuerte, P-Palomo, MC-Mira Cielo y ML-Mulo).

Con respecto a la influencia de los disturbios antrópicos que más inciden en la diversidad, sobre estas especies fueron las que mayor representatividad poseían en los rangos altamente intervenidos y medianamente inter-

venidos, como se demuestra en la Tabla 2, la cual representa todas las especies de orquídeas epífitas por los rangos de disturbios antrópicos establecidos en las áreas de estudio.

TABLA 2

Representatividad de las especies de orquídeas epífitas por los rangos de disturbios antrópicos 1 (altamente intervenido), 2 (medianamente intervenidos) y 3 (no intervenido)

Especies	Rangos de disturbios			Total
	1	2	3	
<i>Polystachya concreta</i>	29	25	18	72
<i>Epidendrum nocturnum</i>	36	15	9	60
<i>Prosthechea boothiana</i>	11	13	27	51
<i>Trichocentrum undulatum</i>	4	9	6	19
<i>Epidendrum anceps</i>	6	0	3	9
<i>Encyclia bipapularis</i>	1	0	6	7
<i>Prosthechea cochleata</i>	1	2	2	5
<i>Encyclia plicata</i>	2	0	3	5
<i>Encyclia fucata</i>	0	0	2	2
<i>Broughtonia lindenii</i>	0	0	2	2
<i>Brassia caudata</i>	0	0	1	1
Total	79	64	90	233

La especie *P. boothiana* crece en diferentes hábitats bajo condiciones muy variables, en cuanto a humedad relativa e intensidad lumínica, y son muy abundantes en las zonas más bajas de las localidades, por lo que se encontraron en las áreas altamente intervenidas por la extracción de PFM y PFMN, la apertura de senderos y caminos, así como en áreas establecidas para la agricultura y el pastoreo. Aunque parezca una contradicción, esta especie se localizó con mayor cantidad de individuos (25) en la parcela 37 de la localidad El Mulo de la zona núcleo. Pero en realidad, en esa área no solo se encuentran pobladores que tienen como actividad económica fundamental la producción de carbón, sino también es el lugar donde están establecidos los senderos interpretativos hacia la zona de descanso nocturno de los turistas.

P. concreta comúnmente viven en lugares con una humedad relativa alta e intensidad lumínica media, aunque hay veces que han encontrado viviendo en lugares de vegetación abierta, por lo que se justifica que la misma fue localizada en las áreas altamente intervenidas por la extracción de PFM y PFMN. Además, estas coinciden con los sitios de mayores aperturas de senderos y caminos, de usos por la agricultura y el pastoreo y la introducción de especies exóticas.

Los principales patrones de cambios en la estructura de estas especies, como indicadores, están representados por el comportamiento de la abundancia, de manera que su incremento in-

dica mayor estado de perturbación y lo contrario cuando disminuye [Ferro, 2004]. Por lo tanto, las modificaciones ambientales que provocan los disturbios que favorecen la proliferación de estas dos especies son disminución de la humedad relativa y un aumento en la intensidad lumínica. En la apertura del dosel se producen notables incrementos en la abundancia de epífitas, dentro de la comunidad, lo cual no abarca equitativamente a toda ella, sino que lo decide apenas como es el caso de *P. boothiana* y *P. concreta*, situación negativa derivada del impacto del aprovechamiento forestal. Braun-Blanquet (1979) resaltó que para las comunidades dependientes como las epífitas la iluminación procedente del dosel superior es decisiva en su desarrollo. Arditti (1992) señala que el acceso a la luz puede ser una ventaja para orquídeas epífitas.

Uno de los principales objetivos del análisis ecosistémico es la predicción de respuestas del sistema al manejo con respecto al disturbio, basado en la interacción de las partes componentes del sistema. En función del tipo de respuesta del sistema a los disturbios, se asumió el término de *resiliencia* como la capacidad de un sistema al estar sometido a un disturbio de mantener sus funciones y controles [Carpenter *et al.*, 2001]. De ahí que las especies *P. boothiana* y *P. concreta* sean resilientes, ya que pueden soportar cambios y mantener aun el mismo estado o dominio de atracción, así como ser capaces de autoorganizarse y adaptarse a las condiciones cambiantes [Carpenter *et al.*, 2001].

CONCLUSIONES

- Las modificaciones ambientales que provocan los disturbios como la baja humedad relativa y la alta intensidad lumínica favorecen la proliferación de *P. boothiana* y *P. concreta*.
- *P. boothiana* y *P. concreta* no solo son indicadoras de perturbaciones, sino también especies resilientes, ya que pueden soportar cambios y mantener aun el mismo estado o dominio de atracción, así como pueden ser capaces de autoorganizarse y adaptarse a las condiciones cambiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ARDITTI, J. 1992. Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley & Sons. 672 p.
- BARTHLOTT, W. ET AL. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. Plant Ecology (NL) 152: 145-156.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. 820 p.
- CARO, T.M. 2000. Focal species. Conservation Biology (US) 14:1569-1570.
- CARPENTER, S., ET AL. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? Ecosystems 4:765-781.
- ESTÉVEZ, R. E. 2005. Inventario de orquídeas epífitas del bosque latifoliado maduro de la Altura de Linaca, El Paraíso, Honduras. Revista Zamorano (HN) (3): 1-10. Diciembre.
- FAVREAU, J., ET AL. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. Biodiversity and Conservation (Springer Netherlands) 15: 3949-3969.
- FEINSINGER, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la Biodiversidad. Bolivia. Editorial FAN. p. 31-164
- FERRO, J. 2004. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semideciduo notófilo de la península de Guanahacabibes. 107h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- GARIBALDI, C. 2008. Efectos de la extracción y uso tradicional de la tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la Península de Azuero, Panamá. 110 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- GENTRY, A. H., DODSON, C. H. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden (US) 74: 205-233.
- GUARIGUATA, M. R., KATTAN, G. H. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro universitario regional. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica. p. 277-279.
- HOBBS, R. J., HUENNEKE, L. F. 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. Conservation Biology (US) 6(3): 324-337.
- IBISCH, P. L. 1996. Neotropische Epiphyten-diversität-das Beispiel Bolivien. Martina Galunder-Verlag, Wiehl. p. 357.
- KRÖMER, T., GRADSTEIN, R., ACEBEY, A. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. Revista Ecología en Bolivia (BO) 42(1): 23-33.
- López Trabanco, P. J. 2009. Estudio lingüístico de la fitonimia científica de las orquídeas desde una perspectiva multidisciplinaria. Boletín de Lingüística (VE) 21 (32):67-94. ISSN 0798-9709.
- MCCUNE, B., MEFFORD, M. J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. PcOrd-Version 4.17 MjMSoftware. Glennneden Beach, Oregon, USA.
- MÚJICA, E. B. 2007. Ecología de las orquídeas epífitas *Broughtonia cubensis* (Lindley) Cogniaux, *Dendrophylaxlindenii* (Lindley) Bentham et Rolfe y *Encycliabocourtii* Mújica et Pupulin en el Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, CUBA. Análisis espacio-temporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico severo. 143 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Pinar del Río.
- ORTA, S. 2010. Informe final: Plan de Manejo para la conservación de orquídeas cubanas en su hábitat natural en la zona de transición oeste de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario". [En línea] Reference SC/EES/AP/565.19 (2009).MAB Young Scientist Research. Disponible en: <http://www.unesco.org/mab/bursaries/reports.shtml> [Consulta: 7 febrero 2014]
- PICKETT, S. T. A., ET AL. 1989. The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. Revista Oikos (CO) 54(2): 129-136.
- RODRÍGUEZ, L., P., ZAVALA, L. 2008. Pteridofitas indicadoras de alteración ambiental en el bosque templado de San Jerónimo Amanalco, Texcoco, México. Revista Biología Tropical (CR) 56 (2): 641-656. ISSN-0034-7744
- RUOKOLAINEN, K., TUOMISTO, H. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. Journal of Vegetation Science. (International Association for Vegetation Science) 5: 15-34.
- SALINAS, N., ZAMBRANO, D.M., HUARI, W.N. 2003. Problemática de la Familia Orchidaceae en el Valle Sagrado de los Incas. Herbario Vargas (CUZ). Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSAAC. Lyonía (PE) 4(1): 19-24.
- SCHMIDT, I., ET AL. 2006. An Approach to the Identification of Indicators for Forest Biodiversity. Restoration Ecology ((DE) 14 (1): 123-136.
- UBIALLI, J. A. ET AL. 2009. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológico semuma floresta ecotonal na região norte matogrossense. Floresta (BR) 39(3): 511-523. julio-setiembre

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Surima Orta Pozo

Licenciada en Educación en la Especialidad de Biología, Máster en Agroecología y Doctora en Ciencias Forestales, profesora titular de la Universidad de Pinar del Río, imparte la docencia en la Facultad de Forestal y Agronomía. Obtuvo el Premio Man and Biosphere (MAB) otorgado por la UNESCO para jóvenes científicos e investigadores en 2009. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

XILOTECA DE MADERAS CUBANAS JULIAN ACUÑA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES



La Xiloteca del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), fue fundada en 1970 por el Ingeniero Alberto Ibáñez Drake. Está adscrita desde 1977 al Index Xylariorum Institutional Wood Collection of the World.



CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGRO-FORESTAL

La Habana, Cuba

Del 14 al 17 de abril de 2015, en el Palacio de Convenciones de La Habana, se realizará esta convención internacional con los siguientes eventos:

- VI Congreso Forestal de Cuba
- II Congreso Internacional de Café y Cacao
- VI Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores

Los debates se llevarán a cabo en diferentes modalidades como ponencias orales, pósteres y conferencias, centradas en las temáticas:

- Bosques y sociedad
- Bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos
- Bosques y cambio climático
- Interacciones bosques y agua
- Biomasa forestal y bioenergía
- Bosques y producción
- Protección forestal, manejo integrado de plagas y enfermedades
- Producción de café y cacao
- Tecnologías sostenibles de producción agrícola: sistemas agroforestales y agroproductivos
- Manejo de plantaciones de café y cacao
- Calidad, beneficio, subproductos e industria del café y el cacao
- Manejo integrado de suelos y nutrientes

Entrega de resúmenes: 30 de noviembre de 2014

Entrega de trabajos en extenso: 31 de enero de 2015

Para mayor información:

- Lic. Marta A. González Izquierdo, Secretaria del Comité Organizador, mgonzalez@forestales.co.cu
- Lic. Alicia García González, Organizadora Profesional de Eventos, aliciagarcia@palco.cu
- Sitio web: www.agroforestalcuba.com



ESTADO DE LAS PLANTACIONES PROTECTORAS DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND EN EL RÍO CUYAGUATEJE

STATE OF THE PLANTATIONS PROTECTORS DE *BAMBUSA VULGARIS* SCHRADER EX WENDLAND IN THE RIVER CUYAGUATEJE

DRA. C. ELSA M. CORDERO-MIRANDA,¹ DR. C. YUDEL GARCÍA-QUINTANA,⁴ DR. C. ANTONIO ESCARRÉ-ESTÉVEZ⁵,
ING. MIGUEL ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, DR. C. JOSÉ A. BRAVO-IGLESIAS,¹ ING. MARIO J. CORDERO-COLLADO³ Y
M. Sc. YOSLAIDY CORDERO-MIRANDA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, cordero@forestales.co.cu

² Facultad de Ciencias Médicas. Km 89, Carretera Central, Pinar del Río, Cuba

³ Ecoai no. 1, Pascual Martínez no. 1, Pinar del Río, Cuba

⁴ Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca. Calle Martí Final, Pinar del Río, Cuba.

⁵ Universidad de Alicante, España.

RESUMEN

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland es nativa de la India. Se encuentra representada en todo el país. Este trabajo se realizó en diferentes condiciones ecológicas a lo largo del río Cuyaguaje para plantaciones de *Bambusa vulgaris* en Los Consejos Populares Los Portales, Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado la Güira, pertenecientes al municipio de Guane, provincia de Pinar del Río, teniendo en cuenta los datos de la información sobre dinámica de plantaciones de la especie. Permite evaluar los sitios desde 2000-2005 utilizando la metodología adoptando los criterios para la evaluación del estado actual de conservación de los culmos, y la aplicación del instrumento cuestionario de tipo grupal con el objetivo de conocer el estado de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* en diferentes condiciones ecológicas del río Cuyaguaje. Se obtuvieron plantones con estructura regular, manejo inadecuado y causa principal del deterioro: las talas furtivas con una alta ponderación.

Palabras claves: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, deterioro, causa, manejo, talas.

INTRODUCCIÓN

Los ambientes se evalúan en términos de cantidad de biomasa. El resultado de estas

ABSTRACT

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland is native of the India, it is represented in the whole country. This work was carried out under different ecological conditions along the river Cuyaguaje for plantations of *Bambusa vulgaris* in: Popular Council the Portales, Punta de la Sierra and Asentamiento Humano Rural Concentrado la Güira, municipality Guane, province Pinar del Río. Keeping in mind the data of the information on dynamics of plantations of the species allowing to evaluate the places from the year 2000-2005 using the methodology adopting the approaches for the evaluation of the current state of conservation the culmos and application of the instrument questionnaire of type grupal with the objective of knowing the state plantations protectors of *Bambusa vulgaris* under different ecological conditions of the river Cuyaguaje. Being obtained grafts with structure to regulate, I manage inadequate and main cause of the deterioration the stealthy prunings with a high ponderación.

Key words: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, deterioration, causes, handling, prunings.

Un ecosistema deteriorado muestra poblaciones reducidas, especies foráneas o introducidas, es decir, que no son originarias del lugar en que se encuentran [Baena *et al.*, 2003]. Evidentemente las plantaciones son afectadas en gran medida por los huracanes. Cuba en particular se ve afectado por este fenómeno [Centella *et al.*, 2001]. Los huracanes afectan el bambú; sin embargo, según criterios de Francis (1993), además de estos aspectos es importante destacar que esta especie fue seleccionada para el estudio debido a que dentro del género *Bambusa* es la que presenta mayor área de distribución, y en particular en el río Cuyaguaje porque es una de las especies fundamentales que se utilizan para la reforestación de la cuenca por sus propias características, y además es vulnerable a la acción antrópica debido a que los campesinos la utilizan desmedidamente para diferentes usos. En las márgenes del río Cuyaguaje las plantaciones de *Bambusa vulgaris* se encuentran afectadas por las talas indiscriminadas, el empleo de labores agrícolas en las márgenes del río, las cañadas y arroyos, el pastoreo de cerdos, las intensas lluvias y las temporadas ciclónicas que producen crecidas del río. Estos factores han provocado que muchos plantones se quiebren y se sequen, lo cual agudiza la deforestación en las márgenes del río principal. Todos estos elementos permitieron identificar el objetivo del trabajo que se enfoca en conocer el estado de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* en el río Cuyaguaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en diferentes condiciones ecológicas a lo largo del río Cuyaguaje para plantaciones de *Bambusa vulgaris* en tres sitios pertenecientes al Consejo Popular Los Portales, con suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, al Consejo Popular Punta de la Sierra, presentando suelo pardo, y al Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, suelo carbonatado [Hernández *et al.*, 1999], distribuidos geográficamente en el municipio de Guane, región occidental de la provincia de Pinar del Río, que abarca una superficie total de 72 532 ha [Fernando, 1986], con los siguientes datos climáticos: temperatura media anual de 25,7 °C y una precipitación de 1312 mm, a partir de los registros brindados por la Estación Meteo-

rológica de Isabel Rubio. Además, se tomó la altitud de cada uno de los sitios: 176 m en el Consejo Popular Los Portales, 113,5 m en el Consejo Popular Punta de la Sierra y 93 m en Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira. Para caracterizar la dinámica forestal de la especie se tomó información del registro del Servicio Estatal Forestal (SEF) del municipio de Guane y de la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije, en un período de seis años, desde 2000-2005. Se determinó el tamaño de la muestra a través del método propuesto por Calero (1978), como se presenta a continuación con un error experimental de 0,10 y un nivel de confiabilidad del 95 %, en que se muestreó un total de 22 parcelas por cada sitio. La distribución de las parcelas se realizó mediante el método de muestreo aleatorio simple. Se tomaron parcelas con área de 10 m x 10 m, donde la masa de *Bambusa vulgaris* era compacta, con un ancho de faja de 30 m, encontrándose 96 plantones representativos del sitio Consejo Popular Los Portales, 95 plantones del Consejo Popular Punta de la Sierra y 95 plantones del sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p(1-p)}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p(1-p) - \frac{1}{N}}$$

donde:

n: Tamaño de muestra

d: Error máximo permisible (0,10)

p: Probabilidad de éxito (0,5)

N: tamaño de la población

El estado de conservación de las plantaciones protectoras se evaluó a través de descripciones de los plantones en los sitios de estudio desde 2000-2005, donde se adaptaron los criterios de García (2006): grado antropogénico, estructura de la vegetación (clases diamétricas, niveles del vuelo arbóreo y composición de la vegetación), presencia de talas, presencia de la regeneración natural y estado sanitario. Para realizar las observaciones en los sitios de estudio se utilizaron las metodologías de Álvarez *et al.* (2003) y Wong (1995). El instrumento utilizado para la reco-

pilación de la información fue un cuestionario de tipo grupal que se caracterizó según Notario (1999). Para la aplicación del instrumento se decidió trabajar, por su tamaño manejable y con la población total compuesta por especialistas, técnicos y obreros vinculados a las labores, con el bambú de los tres sitios de estudio, que suman un total de 17 trabajadores.

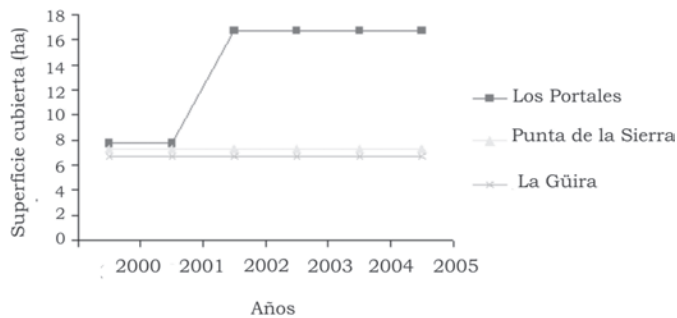


Figura 1. Superficie cubierta para la especie *Bambusa vulgaris*.

El comportamiento de las figuras anteriores refleja una tendencia con ligeros incrementos en cuanto a estas variables para los tres sitios de estudio, apreciándose poca superficie cubierta por la especie, y la presencia de talas ilegales. Resulta significativo destacar un considerable aumento de 9,02 ha de superficie de la especie en el periodo 2001-2002, debido a que todas las plantaciones menores de tres años en 2000 pasaron a formar parte de las plantaciones de 2002 y se ha mantenido estable. En el período evaluado las mayores pérdidas en el sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, observándose que se pierde una superficie de 1,6 ha, por lo que sería conveniente fortalecer las acciones de forma tal que se garantice una adecuada protección y se trabaje por la conservación de los plantones que ocupan una superficie de 33,28 ha en estos, según dinámica forestal SEF (2005). En los registros de la dinámica del municipio de Guane no se reportan afectaciones por incendios forestales, y tampoco existe un plan de tala de aprovechamiento durante el período 2000-2005, dentro de las características principales de los tres sitios de estudio como parte de los resultados. Sitio 1. Consejo Popular Los Portales, abarca una extensión 5083 ha, de ellas 16,73 ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas [DMPF, 2002]. Sitio 2. Consejo Popular

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figs. 1 y 2 se muestra la dinámica de plantaciones de la especie *Bambusa vulgaris* en cuanto a superficie cubierta y superficie de talas ilegales en un periodo de seis años para los tres sitios de estudio (Fuente: Servicio Estatal Forestal, municipio de Guane, 2005).

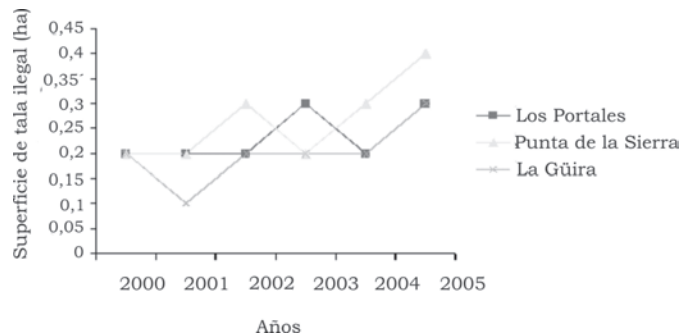


Figura 2. Superficie de tala ilegal para la especie *Bambusa vulgaris*.

Punta de la Sierra. Comprende una extensión 2121,7 ha, de ellas 9,35 ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas [DMPF, 2002]. Sitio 3. Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira. Incluye una extensión de 554 ha, de ellas 7,2 ha son de *Bambusa vulgaris* puras y naturalizadas [DMPF, 2002]. En la Tabla 1 se presentan las características evaluadas para uno de los sitios, resultando que las variables longitudes y diámetros de los culmos verdes y adultos se encuentran dentro del rango reportado para la especie en Cuba, entre 8-20 m de altura y 5-10 cm de diámetro, según Catasús (2003); sin embargo, según lo reportado por este mismo autor, el grosor de las paredes es muy inferior a la media obtenida de 7-15 mm, dado por el manejo en el corte del tallo en la periferia del plantón que realizan los habitantes de los sitios. Los de Consejo Popular Punta de la Sierra y Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira necesitan además enriquecimiento y fomento con nuevas plantaciones.

En cuanto a los brotes (Tabla 2), los resultados indican que en los tres sitios esta variable se encuentra por encima de la estructura internacional, reportada por Wong (1995), por lo que debe valorarse la selección de los culmos para el corte, ya que esto podría afectar el crecimiento en diámetro de los mismos. Para los culmos

verdes y adultos se puede apreciar que la relación es inversa a la estructura planteada internacionalmente, mientras que para los culmos secos es evidente que está por encima, y esto podría

facilitar la aparición de plagas y/o enfermedades, afectando además el crecimiento de los plantones adultos y verdes, y demostró el mal manejo a que han estado sometidos los plantones.

TABLA 1
Características evaluadas en los plantones por sitios de estudio

<i>Características evaluadas</i>	<i>Sitio 1</i>	<i>Sitio 2</i>	<i>Sitio 3</i>
Área del plantón (m ²)	15,0	11,2	13,2
Número de brotes	9,0	7,0	7,0
Número de culmos verdes	11,0	7,0	11,0
Número de culmos adultos	7,0	5,0	5,0
Número de culmos secos	7,0	10,0	6,0
Longitud del culmos verdes (m)	7,0	6,0	6,0
Longitud del culmos adultos (m)	7,0	7,2	7,2
Diámetro del culmos verdes (cm)	8,3	8,0	9,4
Diámetro del culmos adultos (cm)	8,3	8,0	10
Peso del culmos verdes (kg)	18,0	16,5	17,5
Peso del culmos adultos (kg)	15,0	15,0	14,5
Grosor de la pared a 1,30 m (mm)	1,6	2,0	2,1
Total de hectáreas de bambú (ha)	7,2	9,35	16,3
No. de plantones	14 593	15 298	16 258

Sitio 1: Consejo Popular Los Portales, Sitio 2: Consejo Popular Punta de la Sierra, Sitio 3: Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira.

TABLA 2
Comparación de los porcentajes de culmos con la estructura internacional

<i>Características evaluadas</i>	<i>Sitio 1</i>	<i>Sitio 2</i>	<i>Sitio 3</i>	<i>Estructura internacional</i>
Brotes	26,0	24,0	24,0	15,0
Culmos verdes	32,0	24,0	38,0	30,0
Culmos adultos	21,0	18,0	17,0	40,0
Culmos secos	21,0	34,0	21,0	15,0

La *Tabla 3* refleja las evaluaciones realizadas en cada uno de los criterios adoptados del estado de

conservación de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* para los tres sitios de estudio.

TABLA 3
Evaluaciones de los criterios definidos para el estado de conservación de los sitios de estudio

<i>Sitios</i>	<i>GA</i>	<i>Estructura vegetación</i>			<i>T</i>	<i>RN</i>	<i>ES</i>
		<i>CD</i>	<i>NV</i>	<i>CV</i>			
Consejo Popular Los Portales	M	11-13	PS,PM, PI	Bv	x	x	B
Consejo Popular Punta de la Sierra	M	7-10	PS, PM,PI	Bv	x	x	B
Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira	M	8-9	PS, PM	Bv	x	x	B

GA: Grado antropogénico, M: (Moderado), CD: (Clase diamétrica), NV: (Niveles del vuelo arbóreo), PS: (piso superior), PM: (piso medio), PI: (piso inferior), CV: (Composición de la vegetación; Bv: *Bambusa vulgaris*; T: Talas, X: Presencia de talas, RN: Regeneración natural, X: Presencia de regeneración natural; ES: Estado sanitario, B: Buen.

Los resultados reflejan que su situación no es muy favorable, reportándose en cada sitio un porcentaje considerable de culmos en el suelo, muchos de ellos secos y otros partidos, con follaje poco denso; se observa además actividades de silvopastoreo, los plantones carentes de manejo, con moderado grado de antropización, se reportan talas furtivas y pobre regeneración natural, debido fundamentalmente al silvopastoreo presente en estas áreas.

Los plantones de la especie considerada con moderada antropización en el sitio Consejo Popular Los Portales, donde actualmente los plantones tienen una estructura regular, se aprecia un mal manejo. El sitio Consejo Popular Punta de la Sierra, calificado como moderadamente antropizado, que presenta un buen estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular, posee pobre regeneración natural y carecen de buen manejo, considerando un enriquecimiento de los plantones, que coincide con lo expresado por Cordero *et al.* (2004).

El estado del sitio Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira, donde se observa una situación muy similar a los sitios anteriores, también se reporta buen estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular y posee pobre regeneración natural y carente de buen manejo. Los tres sitios analizados se clasifican en categoría de estado vulnerable, los cuales carecen de buen manejo, presentan afectaciones por huracanes y muchos culmos se encuentran secos y quebrados en el suelo. El nivel de seguridad, determinado a partir de las categorías de amenaza en cada sitio, es medio (nivel 2). Las causas fundamentales que influyen en el deterioro de las plantaciones de bambú fueron sometidas a un análisis de Pareto apilado, resaltando para las plantaciones protectoras de la especie las prácticas de manejo, paso de los huracanes, prácticas de silvopastoreo y talas furtivas, con una alta ponderación.

CONCLUSIONES

- Las masas existentes permitieron proyectar acciones de manejo, resultando para el aprovechamiento en un menor tiempo el sitio Consejo Popular Los Portales y enriquecimiento y fomento de nuevas plantaciones los

sitios Asentamiento Humano Rural Concentrado La Güira y Consejo Popular Punta de la Sierra.

- Las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en los tres sitios de estudio se evalúan de regular, evidenciándose plantones con estructura regular, manejo inadecuado y falta de tratamiento silviculturales.
- Las causas principales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie resultaron ser las prácticas de manejo, paso de los huracanes, prácticas de silvopastoreo y talas furtivas, con una alta ponderación.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, M., *ET AL.* 2003. Tecnología para el manejo sostenible de *Bambusa vulgaris* Schrad. En: Memorias del Primer Taller Nacional del Bambú. Programa "Desarrollo de alternativas agroecológicas para el uso del bambú en Cuba". Asociación Cubana de Trabajadores Agropecuarios y Forestales. p 39-51.
- BAENA, M.; LARILLO, S., MONTOYA, J. E. 2003. Material de apoyo a la capacitación en Conservación *in situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y fincas. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Material producido con el apoyo del Instituto Nacional de Investigaciones y Tecnología Agraria y Alimentación de España (INIA). p. 20.
- CALERO, A. 1978. Técnicas de muestreo. Estadística. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 184 p.
- CATASÚS, L. 2003. Estudio de los Bambúes arborescentes cultivados en Cuba. Asociación Cubana de Trabajadores Agropecuarios y Forestales. 56p.
- CENTELLA, A., LLANES, J., PAZ, L. 2001. República de Cuba, Primera Comunicación Nacional a la Convención Marcos de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Cuba. Editorial INSMET. p. 3-118.
- CORDERO, E. M. 2004. Resultados de inventario forestal realizado en las plantaciones de *Bambusa vulgaris* schrad var. *vulgaris* en el municipio de Guane, perteneciente a la Empresa Forestal Integral Macurije de la provincia Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa (CU) 23(2): 33-37.
- DMPF. 2002. Dirección Municipal de Planificación física, Guane, Pinar del Río.
- FERNANDO, F., *ET AL.* 1986. Proyecto de ordenación de bosques. Ciudad de La Habana. MINAG. 602 p.
- FRANCIS, J. K. 1993. *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Bambú común, Gramínea Familia de las gramíneas, *Bambusoideae* Subfamilia del Bambú» versión electrónica. 5p.
- GARCÍA, Q. Y. 2006. Estrategia de conservación intraespecífica para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas). Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante.

HERNÁNDEZ, A., *ET AL.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. 64 p.

NOTARIO, A. 1999. Apuntes de metodología de la investigación científica. Documento preparado para la Maestría en Ciencias Forestales. Dpto Forestal. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". 63 p.

SERVICIO ESTATAL FORESTAL (SEF) Guane, Pinar del Río. Dinámica Forestal. 2005. Pinar del Río. Delegación Territorial del Ministerio de la Agricultura. Cuba.

WONG, K. M. 1995. The Bamboos of Peninsular Malaysia, Malaysian Forest Records, No 41, 200 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Elsa Ma. Cordero Miranda

Ingeniera Forestal, doctora en Ciencias Ecológicas por la Universidad de Alicante, España, modalidad curricular, investigadora agregada del Grupo de Silvicultura del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, labora en la temática de Bambú y Silvicultura. Es miembro de la comisión permanente del Consejo Científico (comisión de Silvicultura) y Comisión Forestal INAF. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

DIAGNÓSTICO DEL COMPONENTE FORESTAL APÍCOLA PRESENTE EN EL BOSQUE DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROFORESTAL GUISA

DIAGNOSIS OF THE MELLIFEROUS FORESTRY COMPONENT PRESENT IN THE FOREST OF THE AGROFORESTRY EXPERIMENTAL STATION OF GUISA

ING. YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA¹ Y M. SC. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-SOSA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agroforestal Guisa. Carretera vía Victorino, Km 1¹/₂, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, teléf. (023) 391387. guisa@forestales.co.cu

² Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo Km 17 ¹/₂, Bayamo, Granma, Cuba, teléf. (023) 452249, jrodriguez@udg.co.cu

RESUMEN

El estudio muestra el diagnóstico del componente forestal apícola que existe en el bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa, aspecto que permitirá desarrollar acciones encaminadas a la diversificación de especies con estas cualidades, en torno a que se garantice la permanencia de flores durante todo el año. Como principal resultado se obtuvo que en el área existe un elevado potencial melífero conformado por 61 especies, que representan el 58 % del total identificado, destacándose un periodo de floración muy intenso comprendido desde enero hasta junio y una disminución significativa de este proceso durante el segundo semestre del año. El estudio arrojó además que el 11 % de las especies melíferas existen de manera abundante, el 14 % medianamente abundante y el 75 % son escasas, demostrando la necesidad que existe de desarrollar un programa de enriquecimiento del bosque con especies melíferas que florezcan en el tercer y cuarto trimestre del año para garantizar la disponibilidad de néctar en este periodo y de esta manera la producción sustentable de miel.

Palabras claves: apicultura, miel, apícola, bosque.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad incluye especies forestales y frutales de alto potencial melífero, que a la vez sirven como alimento y abrigo para la fauna, muchas de ellas insuficientemente manejadas

ABSTRACT

The study shows the forestal melliferous component diagnosis in the Agroforestal Experimental Station forest in Guisa, an aspect that will allow as developing actions directed to the species diversification so that the flowers permanency is guaranteed during the whole year. As the main result we obtained that in the area there is a high melliferous potential conformed by 61 species representing the 58 % of the total identified, with a period of very intense flowering from January to June, and a significant decrease of this process during the second semester of the year. The study also threw that the 11% of the melliferous species exists in an abundant way, 14 % in a fairly abundant and a 75 % are scarce, demonstrating there is necessity to develop a forest enrichment program with the melliferous species that flourish in the 3^{ed} and 4th trimester of the year to guarantee the availability of nectar in this period and in this way the sustainable production of honey.

Key words: beekeeping, honey, melliferous, forest.

u olvidadas en los actuales planes de reforestación, lo que incide negativamente sobre la disponibilidad de flores que generen néctar para la producción de miel. Desde el punto de vista

ecológico esta producción aprovecha el recurso natural sin deterioro del ecosistema con la ventaja de que las abejas contribuyen a la reproducción de las especies que ellas visitan y por lo tanto a su predominio y vigor [Escobar, 1995].

El abuso en la aplicación de agroquímicos, la poda y tala indiscriminada de árboles, la siembra intensiva de monocultivos con pérdida de la biodiversidad, unidos a la contaminación ambiental y los efectos del cambio climático son una realidad abrumadora para el gremio en muchas naciones que afecta directamente la apicultura. Diferentes artículos instan la creación de un movimiento de desarrollo, intercambio y consolidación de la actividad apícola en la región latinoamericana, donde se pierden miles de toneladas de miel y otros productos de la colmena por falta de políticas agrarias acertadas, capacitación y asesoría técnica [González, 2009].

El área boscosa administrada por la Estación Experimental Agroforestal Guisa (EEAG) constituye un reservorio importante de diversas especies forestales que aportan numerosos servicios ambientales, entre los cuales se destaca su papel como protectoras de la biodiversidad, producción de madera y otros productos no maderables controlan la erosión, moderan el clima, absorben CO₂ desde la atmósfera y lo fijan en su biomasa y proporcionan alimento para la fauna asociada al entorno, en este sentido cobra una importancia significativa la producción de néctar por sus flores como materia prima básica en la elaboración de mieles por las abejas, elemento de mucho valor para la economía nacional y de gran variedad de usos domésticos e industriales.

La empresa apícola de la provincia de Granma adolece de un conocimiento preciso acerca de las áreas boscosas del territorio con mayores potencialidades para la obtención de miel, conllevando esto cada vez con mayor intensidad al empleo de alternativas que encarecen los costos para su producción, como son el proceso de trashumancia y la alimentación de las abejas con productos artificiales.

El objetivo de esta investigación consistió en caracterizar el potencial apícola-forestal presente en el bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa, de modo que valide su importancia para la producción de miel e incentive a la Empresa Apícola Granma a emplearlo con estos fines.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio: El bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa (Fig. 1) se encuentra ubicado en el municipio de Guisa, provincia de Granma, específicamente en el macizo montañoso Sierra Maestra entre los 20° 14' y 20° 16' de latitud norte y los 76° 30' y 76° 31' de longitud oeste, donde la temperatura y la precipitación promedio anual alcanzan valores de 30,53 °C y 1332,88 mm de lluvia, respectivamente. La formación forestal predominante es un bosque semicaducifolio sobre caliza, extendiéndose sobre una superficie de 203,7 ha, con la presencia de un grupo valioso de especies importantes desde el punto de vista económico con especial interés para la actividad apícola.



Figura 1. Delimitación del bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa

Procedimiento de campo: Para el estudio se levantaron un total de 10 parcelas temporales de muestreo de 400 m², de superficie cuadrada (20 m x 20 m), con la ayuda de una cinta métrica. Para su distribución en el área, se utilizó el método de muestreo sistemático, consistente en la elección de las parcelas de acuerdo con un patrón regular, es decir, que después de elegida una primera parcela al azar, todas las demás quedan automáticamente determinadas a partir de dicha parcela [Ferreira, 1994]. Este método permite ubicar con facilidad las parcelas en el área de estudio. Se utilizó el modelo sistemático por líneas, definiendo líneas de muestreo equidistantes sobre las cuales se ubicaron las parcelas también equidistantes, por lo que su distribución fue cuadrada, quedando separados a una distancia de 100 m.

En cada parcela fueron inventariadas todas las especies arbóreas sin distinción de estratos y recolectadas muestras del material vegetal de aquellas que resultaron desconocidas para su posterior identificación.

Trabajo de gabinete: Las especies inventariadas fueron agrupadas por familia, género y especie, seguido de la determinación de aquellas que resultan importantes para la apicultura atendiendo a su valor melífero, tomando como base el listado de plantas de gran valor melífero emitido por la empresa apícola provincial, los diccionarios botánicos de Roig (1965), INDAF (1967), Betancourt (1987), Bisse (1988), Betancourt (2000), Gutiérrez (2002) y Rodríguez y colaboradores (2004).

A partir de un criterio personal se establecieron tres categorías para estimar la abundancia por especie en cada parcela de estudio (Tabla 1), y de esta manera establecer comparaciones respecto al papel de cada una de estas en términos de producción de néctar.

TABLA 1
Categorías para estimar la abundancia por especie en cada parcela de estudio

Categorías	Rango de individuos		
Abundante	≥ 30		
Medianamente abundante		6-29	
Escasa			≤ 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del inventario florístico se derivó que en el bosque coexisten 105 especies, distribuidas en 87 géneros y 44 familias botánicas, destacándose la Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae y Rutaceae como las más representativas. De estas especies el 58 % están categorizadas como apícolas según la literatura (Anexo).

Como se muestra en la Fig. 2, partiendo de las categorías establecidas con el objetivo de determinar la abundancia de las especies en cada parcela de estudio (Tabla 1), se deduce de manera general que existen un grupo (9,8 %) que se encuentran ampliamente difundidas en el bosque (abundantes) destacándose por orden, *Roystonea regia* O. F. Cook, *Sideroxylon salicifolium* Gaertn, *Nectandra coriacea* (Sw.) Griseb, *Eugenia buxifolia* (Sw.) Willd, *Cupania americana* Lin., *Canella winterana* (L.) Gaertn. También juegan un papel fundamental en la producción de néctar, aunque medianamente abundantes (14,8 %): *Bursera simaruba* (L.) Sargent, *Erithroxylon havanense* Jacq., *Lonchocarpus domingensis* (Pers.) D, *Andira inermis* (Sw.) H.B.K., *Guarea guara* (Jacq.) P. Wils, *Cedrela odorata* Lin., *Trichilia hirta* Lin., *Samanea saman* (Jacq.) Merril y *Melicocca bijuga* Jacq., sin dejar de mencionar el grupo de especies más escasas (75,4 %), a pesar de lo cual juegan un papel importante.

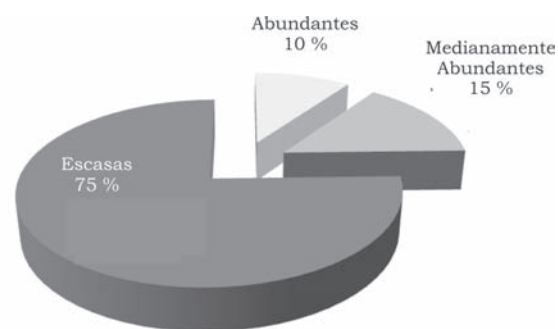


Figura 2. Abundancia de las especies en el bosque de la Estación Agroforestal Guisa.

Es digno destacar que dentro de este grupo de especies el 46 % están catalogadas como plantas de gran valor melífero, según el listado emitido por la delegación provincial de apicultura, de las cuales el 10,7 % son abundantes (Anexo).

En la Fig. 3 se muestra el número de especies que florecen o permanecen con flores en cada trimestre del año, excluyendo a *Nectandra co-*

riacea (Sw.) Griseb. y *Gymnanthes lucida* Sw. por no encontrar fuente alguna donde se les reportara esta variable. Se observa que la floración es mucho más severa durante el primer y segundo trimestre con 39 y 30 especies florecidas, respectivamente, siendo la etapa en que las abejas gozan a plenitud del preciado néctar y por consiguiente en que alcanzan los mayores rendimientos en términos de producción de miel, coincidiendo así con los resultados de

Arévalo y colaboradores (2012), en un estudio similar, donde el período con mayor cantidad de especies florecidas resultó enero-marzo, seguido por abril-junio. En cambio, el segundo semestre del año resulta el más pobre en cuanto a disponibilidad de néctar, ya que solo el 21 % de las especies melíferas presentes en el bosque florecen, las cuales, además, no son muy abundantes, obligando a las abejas a trasladarse distancias apreciables para lograr su objetivo.

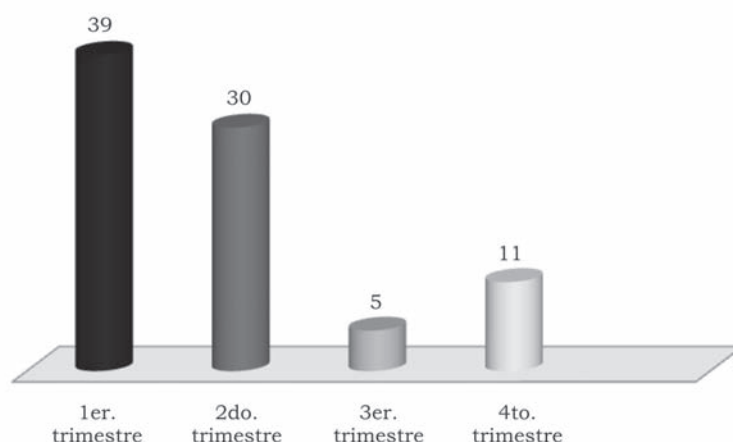


Figura 3. Floración por trimestre de las especies del bosque de la Estación Agroforestal Guisa.

En cuanto a la presencia en el bosque de especies que permanecen con flores en más de un trimestre, resultaron 12 en el primero y segundo, dos en el segundo y tercero, uno en el tercero y cuarto, y siete en el cuarto y primero. Existen además especies con floración prolongada y diversa en cuanto a inicio de la floración, destacándose en este sentido *Cordia collococca* L., *Rheedia aristata* (Griseb.) (Rh. *elliptica* wr.), *Hibiscus elatus* Sw., *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.

Teniendo en cuenta que las especies apícolas que existen actualmente en el bosque no garantizan la permanencia de flores en cantidades suficientes durante todo el año, evidenciado a través de un periodo intenso y otro muy pobre, es necesario desarrollar un programa de enriquecimiento, pudiendo emplear el método bajo dosel de forma individual, que contemple la introducción de especies melíferas que florezcan principalmente en el tercer y cuarto trimestre del año para favorecer la disponibilidad de néctar en este período, y que preferentemente

habiten en áreas adyacentes con condiciones edafoclimáticas semejantes a las del área de estudio, de modo que satisfagan sus requerimientos ecológicos, proponiendo para estos fines a *Pouteria dominicensis* (C. F. Gaertn) (florece desde mayo hasta septiembre), *Cordia sebestena* L. (florece desde agosto hasta octubre) y *Sapindus saponaria* L. (florece desde diciembre hasta enero), además de aumentar la densidad de población de las ya existentes, tales como *Cocos nucifera*, Lin., *Eucalyptus citriodora* Hook. y *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn.

CONCLUSIONES

- El bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa constituye un reservorio importante de especies forestales de gran valor apícola, aspecto que propicia su empleo como fuente de producción de miel al sector apícola en la provincia de Granma.

REFERENCIAS

- ARÉVALO GUEVARA, V., REVÉ, F., ROSALES, M. 2012. Diagnóstico de especies arbóreas melíferas existentes en la finca agroforestal El Corojito. Memorias del IV Congreso de Apicultura y III Encuentro Latinoamericano de Apicultores.
- BETANCOURT BARROSO, A. R. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 427 p.
- BETANCOURT BARROSO, A.R. 2000. Árboles maderables exóticos en Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 352 p.
- BISSE, J.1988. Árboles de Cuba. Ciudad de la Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- ESCOBAR, J. 1995. La biodiversidad un tema de interés para los empresarios. Boletín mejoramiento genético y semillas forestales no 10.
- FERREIRA, O. 1994. Manual de inventarios forestales. 2.^a ed. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguateque. Honduras. 97 p.
- GONZÁLEZ, R. 2009. NoticiasApicolas.com. 19 de agosto, Director de Apicultura sin Fronteras y Noticias Apicolas.com.
- GUTIÉRREZ AMARO, J. 2002. Flora de la República de Cuba. Serie A: Plantas Vasculares. Fascículo 6: Sapotaceae. Alemania. Ed: A. R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft. 59 p.
- INDAF. 1967. Manual de Semillas Forestales. La Habana. Centro de Documentación y Capacitación del INDAF. 58 p.
- RODRÍGUEZ SOSA, J. L., GUEVARA, M. A., FRANK, M. 2004. Caracterización de la flora del bosque natural de la Estación Experimental Forestal Guisa. Revista Tatascán (HN) 16 (1): 9-22.
- ROIG Y MESA, J. T. 1965. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. Tomo I y II. 3.^a ed., La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 1142 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yuniór Álvarez Góngora

Ingeniero Forestal, investigador del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, forma parte del equipo institucional del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano. Es autor de varios artículos científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ANEXO

Estado de abundancia y época de floración de las especies apícolas presentes en el bosque de la Estación Experimental Agroforestal Guisa

Familia	Especie		Floración (mes)	Abundancia			Alto valor melífero
	Nombre vulgar	Nombre científico		A	MA	E	
Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> Lin.	11, 12			X	
	Jobo	<i>Spondia mombin</i> Lin.	3			X	X
Arecaceae	Palma real	<i>Roystonea regia</i> O. F. Cook.	11, 12	X			X
	Coco	<i>Cocos nucifera</i> , Lin.	7,8,9			X	X
	Corojo	<i>Acrocomia armentalis</i> (Morales) Bailey.	5, 6			X	X
Araliaceae	Vibona	<i>Dendropanax arboreus</i> Dcne y Planch.	3, 4			X	X
Boraginaceae	Ateje	<i>Cordia collococca</i> L.	2, 3, 4, 5			X	X
	Baría	<i>Gerascanthus gerascanthoides</i> Borhidi.	2, 3			X	X
	Quebracho	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	3, 4			X	
Burseraceae	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent.	3, 4, 5		X		X
Caesalpinaceae	Tengue	<i>Poeppigia procera</i> Presl.	2, 3			X	
	Cañandonga	<i>Cassia grandis</i> L.	1, 2			X	
Canellaceae	Cúrbana	<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	1, 2	X			

Clusiaceae	Copey	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	3, 4			X	
	Manajú	<i>Rheedia aristata</i> (Griseb.) (Rh. elliptica wr.)	2, 3, 4, 5			X	X
	Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> DC.	3, 4, 5			X	X
Combretaceae	Júcaro amarillo	<i>Buchenavia capitata</i> Aubl.	4			X	X
	Júcaro negro	<i>Bucida buceras</i> L.	3, 4, 5			X	X
Erithroxylaceae	Arabillo	<i>Erithroxylon rotundifolium</i> Lunan.	3, 4			X	
	Jibá	<i>Erithroxylon havanense</i> Jacq.	2, 3		X		X
Euphorbiaceae	Yaití	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	—			X	
Fabaceae	Piñón florido	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq. Steud.	1, 2, 3			X	X
	Guamá de sogá	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Pers.) DC.	1, 2		X		
	Yaba	<i>Andira inermis</i> (SW.) H.B.K.	1, 2, 3		X		
	Bucare	<i>Erithrina poeppigiana</i> (Walp.) O. F Cook.	2, 3			X	
Flacourtiaceae	Raspalengua	<i>Casearia hirsuta</i> Sw.	12, 1			X	X
	Sarnilla	<i>Casearia silvestris</i> Sw.	12, 1			X	
	Jía	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	12, 1			X	
Lauraceae	Sigua	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	—	X			
	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	1, 2, 3			X	X
Malvaceae	Majagua	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	11, 12, 1, 2, 3			X	X
Meliaceae	Yamagua	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P. Wils.	4, 5, 6		X		
	Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	3, 4, 5, 6			X	
	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> Lin.	4, 5		X		
	Jubabán	<i>Trichilia hirta</i> Lin.	5, 6		X		
Mimosaceae	Algarrobo	<i>Samanea saman</i> (Jacq) Merril.	3, 4, 5		X		
	Jigue	<i>Lysiloma sabicú</i> A. Rich.	4, 5			X	
	Moruro rojo	<i>Cojoba arborea</i> Brito. & Rose	3, 4			X	
Myrtaceae	Eucalipto limón	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	11, 12			X	X
	Eucalipto	<i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.	3, 4, 5			X	
	Eucalipto	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	4, 5, 6			X	
	Pomarrosa	<i>Jambosa vulgaris</i> DC.	3, 4, 5			X	X
	Guairaje	<i>Eugenia buxifolia</i> (Sw.) Willd	4, 5	X			X
	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5, 6			X	
Poligonaceae	Uvilla	<i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq.	3, 4			X	X
Rubiáceae	Dagame	<i>Calycophyllum candidissimum</i> DC.	4, 5			X	X
	Café	<i>Coffea canephora</i> Pierre ex. Froehmer	2, 3			X	
	Café	<i>Coffea arabica</i> Lin.	1, 2			X	

Rutaceae	Ayúa baría	<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macfd.	4			X	X
	Ayúa	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	5			X	X
	Toronja	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	12, 1			X	
	Limón	<i>Citrus limonum</i> L.	12, 1			X	
	Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	12, 1			X	
Sapindaceae	Guáano	<i>Cupania americana</i> Lin.	1, 2	X			X
	Mamoncillo	<i>Melicocca bijuga</i> Jacq.	3, 4, 5		X		X
Sapotaceae	Zapote	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	8, 9, 10			X	
	Cuyá	<i>Sideroxylon salicifolium</i> Gaertn.	1, 2, 3	X			
	Jocuma	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.	6			X	X
Sterculiaceae	Anacahuita	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	7, 8, 9			X	
	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	6, 7, 8			X	
Verbenaceae	Penda	<i>Citharexylum spinosum</i> L.	3, 4, 5			X	X

A: Abundante

MA: Medianamente abundante

E: Escasa

CONVENCIÓN INTERNACIONAL AGROFORESTAL CUBA 2017

VII Congreso Forestal

III Congreso Internacional de Café y Cacao

VII Encuentro Internacional de Jóvenes Investigadores

Del 12 al 16 de junio de 2017

Palacio de Convenciones

La Habana, Cuba

INTERNATIONAL AGROFORESTRY CONVENTION CUBA 2017

7th Forestry Congress

3rd International Congress of Coffee and Cocoa

7th International Meeting of Young Researchers

From June 12th to 16th 2017

Havana International Conference Center

Cuba

Visite nuestro sitio web www.inaf.co.cu

RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS DE LA COMUNIDAD LOS CEREZOS, EN LA FRANJA COSTERA SUR DE GUANTÁNAMO, CUBA

RESTORATION OF DEGRADED AREAS OF THE CHERRY TREES COMMUNITY IN THE SOUTH COASTAL FRINGE OF GUANTÁNAMO, CUBA

ING. ILLOVIS FERNÁNDEZ-BETANCOURT,¹ M. SC. TEUDY. LIMERES-JIMÉNEZ,¹ M. SC. ALBARO BLANCO-IMBERT,¹
LIC. MARIANELA CINTRA-ARENCIBIA,¹ ING. INDIRA PLUTÍN-SIMÓN¹ Y TÈC. ANTONIO PINEDA-LABAÑINO²

¹ Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo. Calle 3 Este 1158 e/ Avenida y Pintó, Ciudad Deportiva, Guantánamo, Cuba, teléf.. 32 5723, 32 3873, investigacion@suelos.gtm.minag.cu

² Sitio Demostrativo Los Cerezos. UBPC Eliomar Noa, municipio de Imías, Guantánamo, Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de restaurar áreas degradadas en la comunidad Los Cerezos, del municipio de Imías, ubicado en la franja costera sur de la provincia de Guantánamo, se desarrolló el siguiente trabajo durante enero de 2009 y octubre de 2011. Se seleccionó un área deforestada y un bosque fragmentado perteneciente a la UBPC Eliomar Noa a partir del inventario e identificación de las especies presente en el bosque y se calculó la abundancia relativa. En ambas áreas se determinó el grado de conservación de la cubierta vegetal y efectuaron enriquecimientos en grupos con diferentes especies. Los resultados indican que el bosque fragmentado se encuentra poco conservado, en el cual predominan árboles y arbustos xerofíticos, con *Guaiaecum officinalis* L. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. como especies más abundantes. En el área deforestada catalogada como no conservado, se logra una mayor supervivencia de las posturas de *Guaiaecum officinalis* L. Se realizaron acciones de educación ambiental con niños y pobladores de la comunidad.

Palabras claves: guayacán, bosque fragmentado, deforestación, restauración, clima semiárido

INTRODUCCIÓN

Durante miles de años la naturaleza ha brindado al hombre todos los bienes y servicios necesarios para su subsistencia, el hombre en cambio a respondido con agresiones y sobreexplotación, amenazando su propia existencia, y por supues-

ABSTRACT

With the objective of restoring degraded areas in Los Cerezos community, of Imías municipality, located in the South coastal fringe of Guantánamo city was develop the following work, during January 2009 to October 2011. It was selected a deforested area and a broken fragments forest belonging to UBPC Eliomar Noa. They were inventoried and identified the present species in the forest and in was calculated the relative abundance. In both areas the degree of conservation of the vegetable cover was determined and they made enrichments in groups, with different species. The results show that the broken fragments forest is little conserved, in which trees and xerofiticos shrub prevail, with *Guaiaecum officinalis* L. and *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, like more abundant species. In the deforested area classified as not conserved, are achieved a bigger survival of the postures *Guaiaecum officinalis* L. They were carried out actions of environmental education with children and people of the community.

Key words: guayacán, broken fragments forest, deforestation, restoration, semiarid climate

to la de todos los organismos vivos, que también necesitan de estos recursos; como consecuencia, muchos afirman que la principal causa de pérdida de la biodiversidad es la destrucción de los hábitats, causada principalmente por

la acción indiscriminada del hombre sobre los recursos naturales, provocando fragmentación, degradación y pérdida directa de los bosques, humedales y otros ecosistemas [Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000].

En la zona costera sur de la provincia de Guantánamo existen comunidades en las cuales el mal manejo de sus tierras ha provocado la pérdida de numerosas hectáreas de suelo, y por ende la biodiversidad de especies. Un ejemplo de esto lo constituye la comunidad Los Cerezos, ubicada en el municipio de Imías, donde gran parte de sus área están en colinas cubiertas de matorrales xerofíticos, y son utilizadas principalmente para el pastoreo de ovejas, cabras y ganado mayor, bajo un sistema de pastoreo extensivo, problemática que está conduciendo a la degradación de la vegetación, dejando los suelos desnudos y exponiéndolos al impacto de las gotas de lluvia, que provoca la erosión hídrica de los mismos [Urquiza *et al.*, 2009]. A esto se une el clima semidesértico predominante en la localidad [Baza, 2010], donde las precipitaciones son escasas (promedios anuales de 550 mm), con presencia de semipermanentes procesos de sequía y temperaturas elevadas todos los meses con tendencia a incrementarse (Media anual de 26,6 °C).

Un método para revestir esta problemática lo constituye la restauración de las áreas [Machado, 2001 y Barrera, 2005], la cual permite que un ecosistema degradado o modificado vuelva a su estado original o similar a este. Esta técnica presupone el uso de especies propias del ecosistema, y está dirigida a la recuperación de hábitats locales o territoriales, su diversidad,

abundancia, dinámica y características fisonómicas. Si bien es cierto que un ecosistema es el resultado de un proceso evolutivo complejo y que sus características, equilibrio y dinámica originales e históricos no serán recuperados, y que no todas las áreas degradadas pueden ser recuperadas mediante la restauración ecológica, esta es la técnica de conservación más efectiva para lograr mediante acciones artificiales el ideal de recuperación de ecosistemas degradados hasta lo más cercano a las condiciones originales [Matos y Ballate, 2004]. Por estas razones el presente trabajo se trazó como objetivo ejecutar labores de restauración las principales áreas degradadas de esta comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó durante el período de enero de 2009 a octubre de 2011, en áreas de la UBPC Eliomar Noa, en la comunidad Los Cerezos, ubicada en la franja costera sur de Guantánamo entre la Sierra del Purial y la comunidad Tacre, zona conocida como Los Cerezos, perteneciente al consejo popular Cajobabo, en el municipio de Imías (*Fig. 1*). Su extensión abarca 1772 ha, de las cuales el 30 % es llano y el 70 % montañoso [Cintra, 2010].

La localidad se caracteriza por las bajas precipitaciones, alta evaporación (entre 2200 y 2400 mm) y alta intensidad de la radiación solar, con temperatura media que supera los 26 °C en el litoral costero y los 34 °C en agosto, condiciones que catalogan el clima como de región semidesértico. Los valores de precipitación se describen en la *Tabla 1*.

TABLA 1

Precipitaciones mensuales (mm) en la localidad de los cerezos, Imías, en la provincia de Guantánamo durante 2009-2011

Año	Ener.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
2009	7,5	6	6,5	7,1	139,8	85,4	47,6	16,7	47,7	77,5	44,5	70
2010	0,0	24,4	16,2	24,7	47,6	16,1	196,5	18,0	83,9	91,6	127,5	0,0
2011	0,0	59,8	3,0	14,9	14,2	326,2	83,1	194,1	51,9	419,2	19,0	20,5

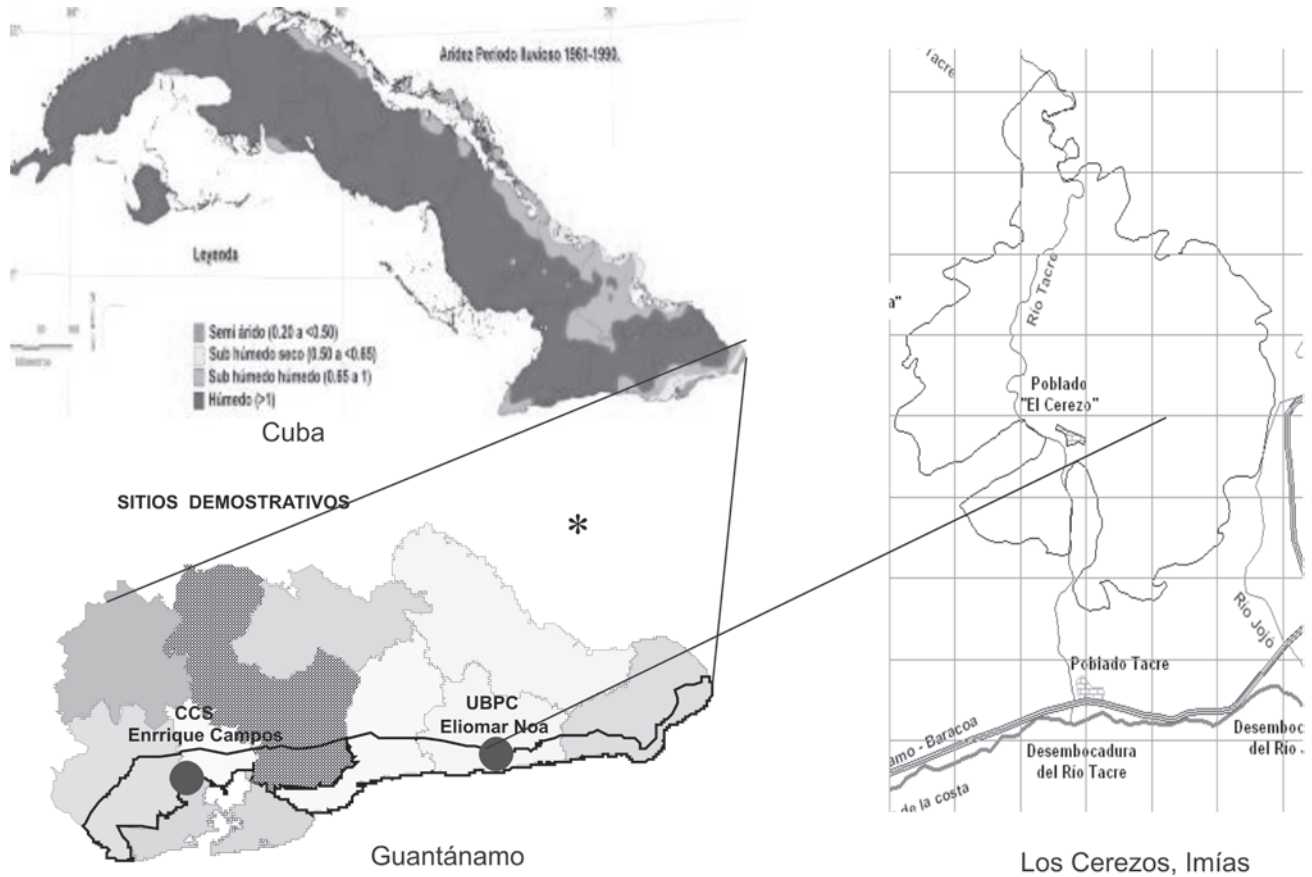


Figura 1 Comunidad Los Cerezos, municipio de Imías, provincia de Guantánamo.

Para la implementación de las labores de restauración se seleccionaron dos áreas (Fig. 2) debido al grado de alteración existente, la primera en un bosque fragmentado, sobre un suelo fersialítico pardo rojizo típico medianamente profundo y fuertemente erosionado, y

la segunda un área desprovista de vegetación, con un suelo aluvial descrito como un fluvisol por Hernández (1999), el cual se caracteriza por su poca profundidad en los horizontes superiores, excesiva pedregosidad y presencia de salinidad.



Bosque fragmentado



Área deforestada

Figura 2. Áreas seleccionadas para la restauración.

En el bosque fragmentado se levantaron aleatoriamente cinco parcelas temporales de 500 m² de superficie rectangular mediante un muestreo sistemático, en las cuales se inventariaron e identificaron las especies

Abundancia absoluta (Aa).
Aa: Número de individuos de una especie

Se determinó el grado de conservación de la cubierta vegetal. Para la evaluación de este aspecto se tuvo en cuenta el grado de representatividad de especies originales, el grado de representatividad de estratos originales de la vegetación, el grado de cobertura vegetal y el grado de modificación. A cada aspecto evaluado de forma cualitativa se le dio valores cuantitativos que permitió, mediante su suma en una tabla o matriz final, correlacionar el estado de conservación del área evaluada con las diferentes categorías de conservación [Matos y Ballate, 2004].

Se localizaron las zonas más erosionadas, la existencia de cárcavas y otras afectaciones que puedan influir negativamente en el establecimiento de la vegetación, y se implementaron acciones de conservación de suelo. Las cárcavas se estabilizaron según las indicaciones de Fuentes y Martínez, (2001).

Las acciones de restauración del bosque fragmentado se realizaron en los calveros existentes a partir del enriquecimiento en grupos pequeños bajo dosel de forma cuadrada o rectangular [Álvarez y Varona, 2006]. De enero a marzo del

en el estrato arbóreo, según la descripción establecida por Bisse (1988). Se calculó la abundancia absoluta y relativa según metodología descrita por Lamprecht (1990) y Keels et al. (1997).

Abundancia relativa (Ar).
Ar = $\frac{\text{Número de individuos de una especie} \times 100}{\text{Sumatoria de Aa de todas las especies}}$

2009 se comenzó con la preparación del área, iniciándose la plantación de las posturas de guayacán (*Guaiacum officinalis* L.) en mayo.

En el área deforestada se inició la preparación en julio y agosto de 2009, y las posturas se plantaron en octubre, utilizándose especies de frutales, cuya selección se realizó teniendo en cuenta las características de la vegetación original de la localidad.

Se utilizaron posturas obtenidas en el vivero de Cajobabo perteneciente a la unidad silvícola Cajobabo, de la Empresa Forestal Integral Imías, las cuales se plantaron en hoyos de de 0,4 x 0,75 m, distribuidos bajo un marco de plantación de 4 m x 2 m a tres bolillos, a excepción del guayacán, que se plantó en el área 1, en hoyos de 30 cm x 40 cm, espaciados a 2,5 m x 2,5 m. Para todos los casos se aplicó humus de lombriz a razón de 3 kg por hoyos y se regaron dos veces por semana. El mantenimiento inicial de las plantaciones se realizó según lo establecido por Álvarez y Varona, (2006). Las especies empleadas en la reforestación se describen a continuación:

Nombre científico	Nombre vulgar	Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Guaiacum officinalis</i> L. ****	Guayacán	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
<i>Cocos nucifera</i> Lin.	Coco	<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	Mapen
<i>Annona squamosa</i> Lin.	Anón	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela
<i>Annona reticulata</i> Lin.	Chirimoya	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón
<i>Annona muricata</i> Lin.	Guanábana		

**** Especie empleada para la reforestación del bosque fragmentado.

A partir de octubre de 2009 se comenzó a evaluar el porcentaje de supervivencia de las posturas con un monitoreo del comportamiento de este indicador cada seis meses. Como vía para incentivar a la participación comunita-

ria a contribuir al futuro cambio de actitudes en la comunidad con relación al ambiente, se realizaron diversas actividades de capacitación y se divulgaron los resultados en diferentes escenarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del inventario forestal en el bosque fragmentado arrojaron un total de 62 individuos distribuidos en 14 especies y 14 géneros pertenecientes a 12 familias. Se encontró que solo dos especies están representadas por más de diez individuos, los cuales mostraron la mayor abundancia (*G. officinalis* y *L. leucocephala*). La familia mimosácea se destaca por su mayor abundancia (Tabla 2).

El bosque se caracterizó por la presencia de especies de poco valor económico e indicadoras de

vegetación secundaria, como *L. leucocephala*, *G. ulmifolia* Lam, *D. cinerea* y *C. Tora*, coincidiendo con Álvarez y Varona (2006) al plantear que son especies de rápido crecimiento que se desarrollan en bosque donde la vegetación original ha sido destruida, producto en lo fundamental a la actividad humana y agropecuaria, que ocasionan la destrucción del hábitat, llegando a transformar estos ecosistemas naturales en paisajes fragmentados o parches de vegetación.

TABLA 2

Inventario florístico y la abundancia en el bosque fragmentado del sitio Los Cerezos, Imías

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Aa	Ar
Boraginaceae	Baria	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	2	1,64
	Raspa lengua	<i>Bouyeria virgata</i> var <i>virgata</i>	8	6,56
Meliaceae	Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.)Jacq.	2	1,64
Caesalpinaceae	Carbonero	<i>Cassia tora</i> L.	5	4,1
Clusiaceae	Espuela de rey	<i>Rheedia polyneura</i> urb	3	2,46
Sterculaceae	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	4	3,28
Titiliáceae	Guasima baria	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	5	4,1
Zigofiláceas	Guayacán	<i>Guaiacum officinalis</i> L.	13	10,66
Mimosáceas	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	11	9,02
	Marabú	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight. & Arn.	6	4,92
Oleaceae	Negra cuba	<i>Thouinia</i> sp div.	5	4,1
Malpighiaceae	Palo bronco	<i>Malpighia albiflora</i> ssp. <i>antillana</i>	7	5,74
Erythroxylaceae	Frijolillo	<i>Erythroxylon rotundifolium</i> Lunan	6	4,92
Fabaceae	Yamaquey	<i>Belaria mucronata</i> Grises.	5	4,1

Aa: Abundancia absoluta Ar: Abundancia relativa

Además, las especies *L. leucocephala* y *D. cinerea* son consideradas como invasoras, según Oviedo *et al.* (2012), reportándolas en el listado nacional de especies invasoras en Cuba. Regalado *et al.* (2012) plantean que son especies exóticas con poblaciones autorremplazables durante numerosos ciclos de vida, que producen abundante descendencia fértil a distancias considerables de los parentales o del sitio de introducción, y que tienen la capacidad de dispersarse a largas distancias. Esta definición no contempla el posible impacto de la especie, y se basa exclusivamente en criterios ecológicos y biogeográficos.

Se pudo comprobar la presencia de árboles y arbustos xerofíticos que mantienen su follaje todo el año, muchos de los cuales se caracterizan por presentar espinas u hojas espinosas-dentadas,

como los *Agaves*, cactus del género *Stenocereus fimbriatus* (Lam.), *Belaria mucronata* (yamaquey), *Rheedia polyneura urb* (espuela de rey), *Thouinia* sp. (negra cuba) y *Guaiacum officinale* L. (guayacán), especie que se caracteriza por la dureza y resistencia de su madera. La presencia de estas especies como parte de la vegetación nos permite clasificar esta formación vegetal como un monte xerofítico o monte seco [Capote, 1984 y Bisse, 1988].

El análisis del grado de conservación de la cubierta vegetal en el bosque fragmentado de la comunidad Los Cerezos (Tabla 3) arrojó que el mismo se encuentran poco conservado debido a la irregularidad que presentan los estratos originales en la vegetación actual (arbóreo, arbustivo, herbáceo), el grado de cobertura

vegetal que varía entre el 35 y el 15 % del área total, el bajo índice de representatividad de las especies originales de la vegetación actual solo alcanza el 12 %, destacándose la presencia de *Belaria mucronata* (yamaguey), *Rheedia poly-*

neura urb (espuela de rey), *Thouinia* sp. (negra cuba) y *Guaiaicum officinale* L. (guayacán), además de reportarse un alto índice de cobertura por especies invasoras con el *L. leucocephala* y *D. cinerea* como las más abundantes.

TABLA 3

Grado de conservación de la cubierta vegetal en el bosque fragmentado en la comunidad Los Cerezos, Imías

Aspectos evaluados	Bosque fragmentado	
	Índice	Evaluación
Grado de estratificación	Medio-Bajo	1
Grado de modificación	Medio	2
Grado de cobertura	Medio	1
Grado de especies originales	Media-bajo	1
Cobertura de especies invasoras	Alto a media	1
Índice de sinantropismo	0,16	1
Total de puntos acumulados		7
Resultado	Poco conservado	

La existencia de caminos que atraviesan al área y su frecuencia de uso, la intensiva extracción de madera para leña y el pastoreo intensivo, unido a la presencia de una vegetación secundaria y de especies invasoras, son consideradas las principales causas que provocan las modificaciones presentes en el área de bosque fragmentado, que lo sitúan en la categoría de poco conservado, situación que provoca una disminución de la estabilidad ecológica de la condición natural, por lo que es catalogada como baja [Matos y Ballate, 2004].

El porcentaje de supervivencia de las especies (Tabla 4) muestra que inicialmente la gran mayoría de las posturas son capaces de sobrevivir y soportar las condiciones adversas presentes en ambas áreas, resultados que está en correspondencia con las medidas silviculturales implementadas para cada especie, a las cuales se les garantizó en este período un nivel de riego. En tal sentido Álvarez y Varona (2006) plantearon que para que exista una buena supervivencia en los primeros meses de la plantación debe tener una óptima preparación del sitio de plantación y condiciones agrometeorológicas apropiadas.

TABLA 4

Porcentaje de supervivencia de las especies en las áreas evaluadas

Sitios	Porcentaje de supervivencia (%)			
	Evaluación inicial (6 meses)	12 meses	18 meses	24 meses
Área del bosque fragmentado				
<i>Guaiaicum officinalis</i> L.	100	80	78	78
Área deforestada				
<i>Manguifera indica</i> L.	100	100	95	93
<i>Cocos nucifera</i> Lin.	100	95	90	85
<i>Annona squamosa</i> . Lin.	100	95	89	87
<i>Annona reticulata</i> Lin.	100	85	85	83
<i>Annona muricata</i> Lin.	100	95	91	80
<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	100	95	95	88
<i>Spondias purpurea</i> L.	100	95	90	90
<i>Anacardium occidentale</i> L.	100	96	91	86

Un comportamiento diferente se muestra a partir de los doce meses, período en el cual se reportan fallas físicas para ambas áreas, con las menores afectaciones en el área deforestada (10 %) debido a que en esta se mantuvo la frecuencia del riego. Los principales daños presentes en las posturas fueron mecánicos, ocasionadas por la entrada de animales al área, unido a las escasas precipitaciones.

Mestre (2003), al hacer referencia a las afectaciones que inciden en el desarrollo de la restauración, destaca las condiciones ambientales, en especial las limitantes para el desarrollo de las plantas y la alteración que provocan los animales.

Las especies *Manguifera indica* L. y *Spondias purpurea* L. mostraron los mejores resultados, lo que confirma las características que se les atribuyen como especies tolerantes a la sequía [Ponce y Jiménez, 2003], por lo que son recomendadas para la reforestación de zonas afectadas por factores adversos como aridez, sequía, sobrepastoreo y degradación de los suelos.

En el área del bosque fragmentado los brinzales de guayacán mostraron su capacidad de resistir a condiciones de extrema sequía, al ser un árbol de crecimiento lento, capaz de sobrevivir en sitios con suelo muy pobre, calcáreos, poco profundos, pedregosos de costa y también en los montañosos, por lo que su plantación en condiciones de bosque seco o xerófilo constituye una alternativa para la restauración de áreas degradadas. John (1993), Betancourt (1999) y Ponce y Jiménez (2003) han reportado buenos resultados con esta especie en áreas degradadas con altos niveles de salinidad.

De forma general las acciones realizadas en las áreas contribuyen a la restauración de los sitios, al ser este un proceso a mediano o largo plazo que permite recuperar o rehabilitar la estructura del hábitat en una fase intermedia y la funcionalidad del ecosistema como meta final [Sol *et al.*, 2004].

Como parte del trabajo de restauración se construyeron 17 tranques con material propio del lugar y se estabilizaron cuatro cárcavas grandes que afectaba un área de 14,0 ha, acciones que permitieron crear las condiciones para su recuperación paulatina y mitigar la degradación de los suelos por erosión.

El desarrollo de acciones de educación ambiental constituyó una alternativa para acompañar las labores de restauración, al lograr vincular a niños y pobladores de la comunidad a las actividades desarrolladas a partir de la creación de un círculo de interés Amigos de la Naturaleza en la escuela del poblado, acciones de capacitación a productores y pobladores del consejo, así como la divulgación de las actividades desarrolladas. Se conformaron poemas, cartas y plegables con elementos más significativos de la conservación del bosque, la importancia de proteger el medio ambiente y las especies amenazadas. Además, se participó en el concurso infantil Cosechando Futuro.

La incidencia sobre los niños en las escuelas a través de las conferencias, charlas y los juegos didácticos, y la conformación de círculos de interés se convirtieron en transmisores de conocimientos al resto de la familia.

La restauración de las zonas semiáridas presenta numerosos problemas debido a la escasez de recursos fundamentales para la vegetación, especialmente agua y nutrientes, así como por las condiciones adversas del clima. Es por ello que emplear plantas propias de la zona resulta una alternativa que reporta buenos beneficios.

CONCLUSIONES

- El inventario forestal arrojó un total de 62 individuos distribuidos en 14 especies, 14 géneros pertenecientes a 11 familias y las especies más abundantes fueron *G. officinalis* y *L. leucocephala*, y el grado de conservación de la cubierta vegetal en un sector del bosque fragmentado de la comunidad Los Cerezos se encuentra poco conservado.
- Se realizaron acciones de restauración en dos áreas degradadas. Se establecieron 2 ha con especie autóctona de la zona guayacán y diferentes frutales a través del enriquecimiento con especies de valor económico y ecológico con alto porcentaje de supervivencia, y se estabilizaron cuatro cárcavas grandes que afectaban un área de 14,0 ha, lográndose de esta manera detener el fenómeno de degradación de los suelos por erosión y creándose las condiciones para su recuperación paulatina.
- Se realizaron acciones de educación ambiental con los niños y los pobladores de la

comunidad, logrando la vinculación en las labores de restauración.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, P., VARONA, J. 2006. Silvicultura. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación. 390p. Tercera reimpresión.
- BARRERA, J. I., VALDÉS, C., MIRANDA, B. T., SORZANO C. 2005. Metodología para Abordar La Restauración Ecológica, en el marco de La Sostenibilidad, de la Microcuenca Santa Helena, municipio De Suesca (Cundinamarca, Colombia). 15 p. consultado en: <http://www.restauracionecologica.gob.co.htm>.
- BAZA, R. 2010. Caracterización climática de la localidad los ce-rezos, Imías. Centro Meteorológico Provincial Guantánamo. Cuba. 5 p.
- BETANCOURT, A. 1999. Silvicultura especial de árboles maderas tropicales. La Habana. Editorial Científico Técnica. p. 172-179.
- BISSE, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnico. 369 p.
- CAPOTE, R., BERAZÁIN, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional (CU) 5(2):1-49.
- CINTRA M., ET AL. 2010. Diagnóstico del área de intervención. Llanura Costera Maisí-Guantánamo de la provincia de Guantánamo, Municipio Imías, Consejo Popular Cajobabo. UBPC Eliomar Noa. Proyecto 1 OP-15. Centro de Investigación suelos Guantánamo, Guantánamo. Cuba (inédito).
- FUENTES, A., MARTÍNEZ, O. 2001. Manual Técnico de estabilización y forestación de cárcavas en cuencas hidrográficas. Ciudad de La Habana. AGRINFOR. 43 p.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., RIVERO, L. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG. 64 p.
- JOHN, F. 1993. *Guaiacum officinale* L. Lignumvitae, guayacán. SO-ITF-SM-67. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- KEELS, S., GENTRY, A., 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.
- MACHADO, A. 2001. Restauración ecológica: una introducción al concepto. Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Canarias. España. Consultado en <http://www.gobcan.es/medioambiente/revista/2001/21/270/>.
- MATOS, J., BALLATE, D. 2004. El ABC de la Restauración Ecológica. CD-ROM. Evento Internacional sobre Restauración Ecológica. Santa Clara. Cuba.
- MESTRE, F. 2003. La restauración de la cubierta vegetal en zonas semiáridas en función del patrón espacial de los factores bióticos y abióticos. ECOSISTEMAS (ES) 12 (1): 10-13.
- OVIEDO R., ET AL. 2012. Lista nacional de especies de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba-2011. La Habana. Cuba. Bissea 6 (NE 1) – Febrero.
- PONCE, D., JIMÉNEZ, M. 2003. Selección de especies a utilizar en la reforestación de áreas afectadas por la desertificación y la sequía. Instituto de investigaciones Forestales. La Habana. Cuba. Consultado en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1061/cuf0109s.pdf>
- REGALADO L., GONZÁLEZ L., FUENTES I., OVIEDO, R. 2012. Las plantas invasoras. Introducción a los conceptos básicos. La Habana. Cuba. Bissea 6 (NE 1) – Febrero.
- SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2000. Sustaining life on Earth. How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being. April 2000. ISBN 92-807-1904-1.
- SOL, A., ZENTENO, C. E., ZAMORA, L. F., TORRES, E. 2004. Modelos para la restauración ecológicas en áreas alteradas. División Académica de Ciencias Biológicas- UJAT. Kuxulkab. Revista de Divulgación (CR) Vol. VII (14).
- URQUIZA, N., ALEMÁN, C., FLORES, L., RICARDO, M. P., AGUILAR Y. 2009. Programa de asociación del país. Proyecto1-Fortalecimiento de capacidades para el planeamiento, toma de decisiones y sistemas regulatorios sensibilización //I Manejo Sostenible de Tierras. CIEGA. CITMA. La Habana. Cuba. 201 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Illovis Fernández Betancourt

Ingeniero Forestal, investigador agregado del Instituto de Suelos UCTB Guantánamo, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de restauración de áreas degradadas en ecosistemas frágiles, estudio de especies amenazadas y su reproducción en etapa de vivero, manejo sostenible de tierra. Ha dirigido y participado en diversos proyectos de investigación. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

PROPIEDADES Y USOS DE LA MADERA DE ROYSTONEA REGIA (H.B.K.) O. F. COOK. (PALMA REAL)

PROPERTIES AND USES OF WOOD ROYSTONEA REGIA (H.B.K.) O. F. COOK. (PALMA REAL)

DR. C. PEDRO P. HENRY-TORRIENTE, DR. C. JUAN M. GARCÍA-DELGADO, TÈC. MARÍA V. GARCÍA-MANTILLA,
Y TÈC. ISRAEL MORENO-CARO

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa,
La Habana, Cuba, henry@forestales.co.cu.

RESUMEN

El trabajo que se presenta tiene como objetivo determinar algunas de las propiedades de la madera de la especie Roystonea regia (H.B.K.) O. F. Cook (palma real), definida como el árbol nacional y utilizada para la construcción de casas rústicas. Para el estudio se obtuvieron ejemplares provenientes de las áreas de cuatro Estaciones Experimentales. De cada ejemplar se tomaron muestras de la base, el centro y la rabiza, con las que se elaboraron probetas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas. Los valores de densidad media se comportaron de la siguiente forma: la normal 0,712 g/cm³; en estado saturado 0,922 g/cm³; en condición seca al horno 0,690 g/cm³ y la densidad básica de 0,622 g/cm³. En cuanto a la resistencia mecánica, la compresión paralela a las fibras fue de 49,85 Mpa y la flexión estática de 93,5 Mpa, con un módulo de elasticidad de 11000,5 Mpa.

Palabras claves: propiedades físicas, propiedades mecánicas, palma real, características, densidad

ABSTRACT

The work that presents have the aims to determining some properties of the wood of the Roystonea regia (H.B.K.) O. F. Cook (palma real) this species is considered the national tree and is used to build rustic house in Cuba. For the study, the originating specimens got from the areas of 4 Forest Experiment Stations themselves, which find themselves distributed at all the country. Out of every their one they took base signs, the center and the rabiza, with the ones that elaborated test tubes for the determination of physical properties and mechanics themselves. The values of half density were the following the normal of 0.712 g/cm³; Pregnant saturated 0.922 g cm³; In dry condition to the oven 0.690 g cm³ and the basic density of 0.622 g cm³. As to mechanical resistance, the parallel compression to fibers went from 49.85 Mpa and 93.5 Mpa static flexion, with 11 000.5 Mpa modulus of elasticity.

Keys words: physical properties, mechanical properties, royal palm, characteristics, density

INTRODUCCIÓN

La especie *Roystonea regia* (H.B.K.) O. F. Cook (palma real) es endémica de los campos de Cuba; sus usos son muy diversos y están relacionados, entre otros, con la utilización de los frutos y semillas para la alimentación animal, que resulta un excelente alimento para la cría de puercos. En muchos lugares esta especie, junto a otras con gran valor nutritivo en sus frutos, se

erigen como parte de los cotos porcinos, donde se ceban estos animales en forma semintensiva. Según Leyva (2001), la especie es de monumental tamaño, que puede alcanzar hasta 40 m de altura. Su elegante tronco, algo más grueso hacia el tercio medio, sin llegar a ser ventrudo, es liso y de color blanco grisáceo. Está coronada con un penacho de hojas enormes (hasta 6 m

de largo) pinnadas, con numerosos y brillantes foliolos. Las vainas, conocidas popularmente como yaguas, son muy grandes, cilíndricas y lisas.

Cook (1901) apunta que las vainas foliares extendidas como hojas (pencas) de *Roystonea borinquena* (H.B.K.) O. F. Cook (palma de Puerto Rico), especie muy parecida a la cubana, se ha utilizado para el techado de viviendas y establos. Núñez (2008) plantea que el cogollo de la palma real tiene dos fines fundamentales: obtención de fibras rústicas para el amarre del guano de cobijas y como guano bendito para celebraciones religiosas.

Entre los usos más difundidos de la palma real en Cuba se encuentra la tabla, labrada a mano desprovista de su tripa suave, dejando la parte dura o tea al grueso a que va a ser utilizada. Esta proviene principalmente de la parte basal o tercio inferior, y se emplea para forrar las paredes de los bohíos y casas rústicas y entablados de cercas, entre otros.

No obstante, al empleo de la madera de la palma real, en el pasado y presente muy poco

se ha estudiado acerca de sus propiedades, características y comportamiento como base para ampliar los usos, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo la determinación de algunas de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de tecnología de la madera del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales a partir de ejemplares provenientes de cuatro Estaciones Experimentales Agro-Forestales pertenecientes a Viñales, Itabo, Placetas y Guisa. Estas se encuentran distribuidas en diferentes zonas del país. Las muestras se recibieron en forma de tablas labradas desprovistas de su tripa suave, con diferentes grosores, identificándose para cada una de ellas, la localidad y parte del árbol. Con las mismas se elaboraron probetas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas (Fig. 1).

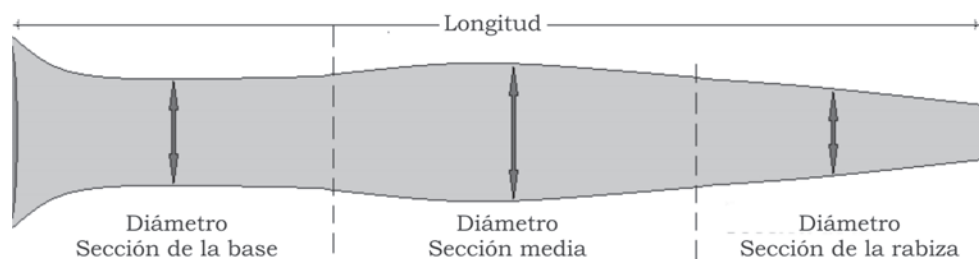


Figura 1. Secciones del tronco de la palma real para a forma de muestras.

Las probetas fueron cortadas y orientadas considerando un radio desde la zona central, donde se encuentra una madera de menor calidad formada de una tripa suave hasta la capa gruesa. De esta forma se tuvo en cuenta para su estudio las tres direcciones principales: radial, tangencial y longitudinal, al igual que la madera (Fig. 2). A todas las probetas se les retiró la capa o corteza externa para lograr que estuvieran a escuadra para la realización de los ensayos.

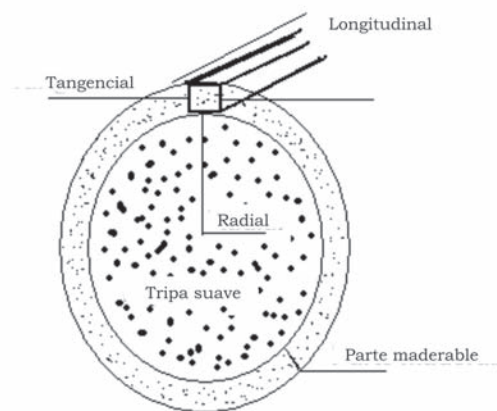


Figura 2. Corte transversal de la palma real.

TABLA 1
Total de probetas utilizadas por cada localidad

Propiedades	Dimensión probeta	Norma	Total	Cantidad de probetas por localidad			
				Itabo	Placetas	Guisa	Viñales
Densidad y contracciones	2 x 2 x 2 cm	UNE 56-33-77	60	15	15	15	15
Compresión paralela	2 x 2 x 5 cm	ISO/DIN 3787-75	60	15	15	15	15
Compresión perpendicular	2 x 2 x 5 cm	ISO 3132	60	15	15	15	15
Flexión estática	2 x 2 x 30 cm	UNE 56-537-79	60	15	15	15	15
Flexión dinámica	2 x 2 x 30 cm	NFB 51-009	48	12	12	12	12

Las muestras utilizadas en cada uno de los ensayos y por localidad se expresan en la *Tabla 1*. Las propiedades físicas estudiadas fueron la densidad, determinándose la saturada, normal, seca al horno y básica. Las mediciones se hicieron con un micrómetro, y las masas se determinaron con una balanza digital Sartorius Multiplato de 0,1 g de precisión. El volumen se determinó por el método estereométrico. Estas probetas se utilizaron también para la determinación de las contracciones transversal, longitudinal, radial y tangencial, y la volumétrica total. Los ensayos para las pruebas de resistencia se realizaron en diferentes prensas. Para la compresión paralela y perpendicular a las fibras se utilizó una prensa universal Avery de 40 t, y la flexión estática se ejecutó en una de 1 t, con la que se determinó la resistencia a la ruptura. La prueba de flexión dinámica (tenacidad) se desarrolló en un péndulo de 100 joule. Los resultados en cada una de las pruebas fueron referidos al 12 % de humedad a partir de los coeficientes utilizados al respecto. El módulo de elasticidad a la flexión estática se determinó a partir de la fórmula determinada por Henry (2014).

Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre las localidades se realizó un análisis de varianza, con un nivel de significación del 5 % y un test de comparación de medias para las propiedades físicas y mecánicas. Se utilizó el programa estadístico InfoStat. (2008)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las propiedades físicas y mecánicas se pueden observar por localidades en las *Tablas 2, 3, 4 y 5*, y de forma consolidada en la *Tabla 6*. Las densidades se comportaron entre 0,52 g/cm³ hasta 0,99 g/cm³, desde la básica hasta la saturada. La *Tabla 7* muestra el análisis de varianza para la densidad, indicando diferencias significativas solamente en Itabo para la saturada, mientras que para el resto no existieron diferencias. La densidad normal tuvo como promedio 0,712 g/cm³, que la clasifica como semipesada. El peso seco volumétrico o densidad básica resultó ser como promedio 0,558 g/cm³. Este resultado expresa solamente el valor promedio de la densidad de la palma en la periferia, considerando las tres secciones estudiadas, pero debe esperarse, atendiendo a la composición de las palmeras, un gradiente de densidades desde el centro hasta la zona exterior. Se ha podido observar que las especies abandonadas en los campos con el paso del tiempo su zona central se reduce a polvo por el ataque de las plagas, manteniendo la testa dura de la superficie. Esto denota de alguna forma una diferencia en cuanto a densidad. De acuerdo con este comportamiento, Richolson y Swarup (1977), citado por la FAO (1986), apuntan que una madera madura de palma de coco puede alcanzar una densidad en la parte central de 250 kg/m³ y en la periferia 900 kg/m³.

TABLA 2
Resultados de las propiedades para la localidad de Itabo

Ensayos	Propiedades físicas			Clasificación
	Humedad	Expresión	Valor medio	
Densidad saturada	64	g/cm ³	0,874	Pesada
Densidad normal	12	g/cm ³	0,785	Semipesada
Densidad seca horno	0	g/cm ³	0,601	Semipesada
Densidad básica	-	g/cm ³	0,536	Semipesada
Contracción volumétrica total	-	%	11,741	Contracción media
Contracción radial	-	%	6,270	Media
Contracción tangencial	-	%	4,728	Pequeña
Contracción longitudinal	-	%	0,719	Media
Relación T/R	-	%	0,750	Normal
Relación R/T	-	%	1,465	Normal
A. absoluta	-	%	1,542	Muy bajo
Coefficiente de contracción volumétrica	-	%	0,418	M. nerviosa
Higroscopicidad	-	%	0,0040	Normal
Punto de saturación de las fibras	-	%	28,263	Normal
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	12 %	MPa	48,730	Media
Compresión normal a la fibra	12 %	MPa	21,129	Baja
Flexión estática	12 %	MPa	116,706	Baja
MOE Flexión estática	12 %	MPa	13673,477	Alta
Tenacidad	12 %	kgfm/cm ²	0,729	Med. resistente

TABLA 3
Resultados de las propiedades para la localidad de Placetas

Ensayos	Propiedades físicas			Clasificación
	Humedad	Expresión	Valor medio	
Densidad saturada	68	g/cm ³	0,993	Pesada
Densidad normal	12	g/cm ³	0,757	Pesada
Densidad seca horno	0	g/cm ³	0,654	Semipesada
Densidad básica	-	g/cm ³	0,589	Semipesada
Contracción volumétrica total	-	%	10,694	Contracción media
Contracción radial	-	%	5,695	Mediana
Contracción tangencial	-	%	4,184	Pequeña
Contracción longitudinal	-	%	0,815	Mediana
Relación T/R	-	%	0,735	Normal
Relación R/T	-	%	1,36	Normal
A. absoluta	-	%	1,511	Muy bajo
Coefficiente de contracción volumétrica	-	%	0,418	Med. nerviosa
Higroscopicidad	-	%	0,0048	Normal
Punto de saturación de las fibras	-	%	28,796	Normal
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	12%	MPa	57,416	Media
Compresión normal a la fibra	12%	MPa	36,256	Baja
Flexión estática	12%	MPa	96,215	Baja
MOE F estática	12%	MPa	11695,186	Alta
Tenacidad	12%	kgfm/cm ²	0,859	Med. resistente

Tabla 4
Resultados de las propiedades para la localidad de Guisa

Ensayos	Propiedades físicas			Clasificación
	Humedad	Expresión	Valor medio	
Densidad saturada	57	g/cm ³	0,912	Pesada
Densidad normal	12	g/cm ³	0,736	Pesada

Densidad seca horno	0	g/cm ³	0,668	Semipesada
Densidad básica	-	g/cm ³	0,582	Semipesada
Contracción volumétrica total	-	%	14,281	Contracción media
Contracción radial	-	%	7,082	Mediana
Contracción tangencial	-	%	6,237	Pequeña
Contracción longitudinal		%	0,962	Mediana
Relación T/R			0,881	Normal
Relación R/T	-	%	1,135	Normal
A. absoluta		%	0,845	Muy baja
Coefficiente de contracción volumétrica	-	%	0,446	Med. nerviosa
Higroscopicidad	-	%	0,0041	Normal
Punto de saturación de las fibras	-	%	32,048	Normal
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	12%	MPa	46,234	Media
Compresión normal a la fibra	12%	MPa	19,528	Baja
Flexión estática	12%	MPa	89,866	Baja
MOE Flexión estática	12%	MPa	12357,357	Alta
Tenacidad	12%	kgfm/cm ²	0,854	Med. resistente

TABLA 5
Resultados de las propiedades para la localidad de Viñales

Ensayos	Propiedades físicas			Clasificación
	Humedad	Expresión	Valor medio	
Densidad saturada	72	g/cm ³	0,892	Pesada
Densidad normal	12	g/cm ³	0,670	Pesada
Densidad seca horno	0	g/cm ³	0,588	Semipesada
Densidad básica	-	g/cm ³	0,518	Semipesada
Contracción volumétrica total	-	%	13,068	Contracción media
Contracción radial	-	%	5,533	Mediana
Contracción tangencial	-	%	6,303	Pequeña
Contracción longitudinal		%	1,232	Alta
Relación T/R		%	1,139	Normal
Relación R/T	-	%	0,877	Normal
A. absoluta		%	0,770	Muy baja
Coefficiente de contracción volumétrica	-	%	0,340	Poco nerviosa
Higroscopicidad	-	%	0,0044	Normal
Punto de saturación de las fibras	-	%	38,394	Elevado
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	12%	MPa	49,194	Media
Compresión normal a la fibra	12%	MPa	21,850	Baja
Flexión estática	12%	MPa	81,031	Baja
MOE Flexión estática	12%	MPa	12264,412	Alta
Tenacidad	12%	kgfm/cm ²	0,624	Med. resistente

TABLA 6
Consolidado de las propiedades físicas y mecánicas

Ensayos	Propiedades físicas			Clasificación
	Humedad	Expresión	Valor medio	
Densidad saturada		g/cm ³	0,917	Pesada
Densidad normal	12	g/cm ³	0,712	Pesada
Densidad seca horno	0	g/cm ³	0,627	Semipesada
Densidad básica	-	g/cm ³	0,556	Semipesada
Contracción volumétrica total	V-SH	%	12,446	Media
Contracción radial	V-SH	%	6,145	Mediana
Contracción tangencial	V-SH	%	5,748	Pequeña
Contracción longitudinal	V-SH	%	0,932	Mediana
Relación T/R	-	%	0,935	Normal
Relación R/T	-	%	1,069	Normal
A. absoluta	V-SH	%	0,397	Muy baja

Coefficiente de contracción volumétrica	-	%	0,405	Med. nerviosa
Contracción radial	V-SA	%	2,365	Pequeña
Contracción tangencial	V-SA	%	2,404	Pequeña
Contracción longitudinal	V-SA	%	0.726	Mediana
A. absoluta	V-SA	%		
Higroscopicidad	-	%	0,0043	Normal
Punto de saturación de las fibras	-	%	31,874	Normal
Propiedades mecánicas				
Compresión paralela a la fibra	12%	MPa	50,393	Media
Compresión normal a la fibra	12%	MPa	24,690	Baja
Flexión estática	12%	MPa	95,904	Baja
MOE Flexión estática	12%	MPa	12497,608	Alta
Tenacidad	12%	kgfm/cm ²	0,788	Med. resistente

TABLA 7
Análisis de varianza para las propiedades físicas

Localidad	Variables de propiedades físicas				
	D. saturada	D. normal	D. horno	D. básica	Contracción
Viñales	0,88 (±0,020) a	0,66 (±0.030) a	0,60 (±0.032) a	0,54 (±0.087) a	10,70 (±0,609) ab
Itabo	0,99 (±0,058) b	0,72 (±0.032) a	0,65 (±0.029) a	0,59 (±0.025) a	11,71 (±0,550) a
Placetas	0,90 (±0,020) a	0.68 (±0.030) a	0,63 (±0.032) a	0,55 (±0.087) a	13,14 (±0,550) c
Guisa	0,89 (±0,020) a	0.65 (±0.030) a	0,59 (±0.032) a	0,52 (±0.087) a	14,29 (±0,550) bc

De acuerdo con la Norma UNE 56-540-78 (1978), las contracciones desde verde o saturada hasta seca al horno, se clasifica como sigue. La volumétrica total se clasifica como media, con un valor promedio del 12,5 %, la tangencial pequeña con el 5,25 %, inferior a la contracción radial con 6,14 % categorizada como mediana. La contracción longitudinal se comportó inferior a las anteriores con 0,97 %, y una anisotropía en diferencia absoluta del 0,89 % (Tabla 6). Este comportamiento es muy diferente cuando se analiza la madera de las especies coníferas y latifolias, en que según Kolman (1959), esta

tiene un carácter anisotrópico, y que las contracciones tangenciales son superiores a las radiales, y estas a su vez superior a las longitudinales, considerándose esta última por varios autores como despreciable. Los valores de las contracciones hasta el 12 % de humedad se comportaron como promedio el 2,365 % la radial y el 2,404 % la tangencial, coincidente con lo planteado por Kinnimonth (1979), citado por la FAO (1986), que apunta que las contracciones laterales en el cocotero en cualquier dirección es de menos del 3 % cuando se seca hasta la humedad del 12 %.

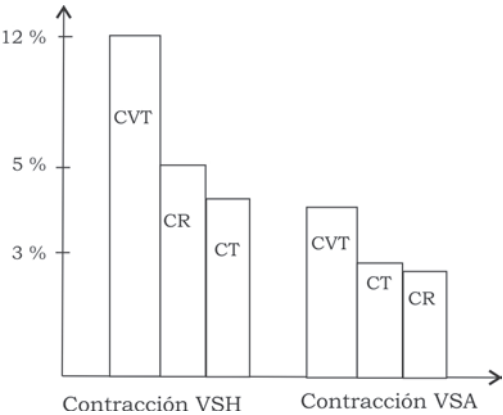


Figura 3. Comportamiento de las contracciones en la palma real.

Los parámetros que define la estabilidad de una madera es la razón entre la contracción tangencial y radial, conocido también como índice de anisotropía, que indica que cuando el valor está lo más cercano a uno la tendencia a la deformación, es baja; sin embargo, mientras mayor sea este coeficiente la probabilidad que ocurra una distorsión o deformación producto del cambio de humedad en el proceso de secado aumentará significativamente.

En el presente trabajo se analizó la anisotropía de dos formas, la T/R y R/T con 0,876 y 1,209, respectivamente. En ambos casos las relaciones se acercan a uno, lo que muestra una muy baja tendencia a la deformación y una alta estabilidad dimensional. Considerando que el secado se lleva hasta la humedad de equilibrio higroscópico y que al analizar las contracciones hasta este punto prácticamente son similares, entonces unido a una madera sin defectos podría considerarse que el secado se realiza uniforme. En correspondencia con este resultado, Kinnimonth (1979), citado por la FAO (1986), señala que en la madera del *Cocus nucifera* L. (coco) no hay una diferenciación entre estas contracciones, sino que la materia se seca uniformemente sin deformaciones transversales.

Este resultado debe su comportamiento a que la disposición de las fibras en este tipo de especies. Según Kolman (1959), la disposición y actividad de las células de las palmeras y herbáceas arborescentes es completamente diferentes a la de las frondosas y coníferas. El crecimiento en espesor no tiene su origen en el *cambium*, sino

que es una consecuencia del ensanchamiento y aumento del tejido básico parenquimatoso. Los haces de vasos situados, por regla general en medio de gruesas capas de esclerénquima y esparcidos irregularmente, son abundantes en la periferia. El coeficiente de contracción volumétrica de la especie fue de 0,41, clasificándose como una madera poco nerviosa. Todas estas propiedades la clasifican como una madera de muy bajo riesgo a la deformación. La higroscopicidad y el punto de saturación de las fibras fueron evaluados como normales.

En cuanto a las propiedades mecánicas, la compresión paralela a las fibras tuvo un valor de 50,393 Mpa que duplica a la perpendicular a las fibras, que alcanzó 24,690 Mpa. De acuerdo con Sotomayor (2002), la primera se clasifica como media y la segunda como alta. La resistencia a la flexión estática alcanzó un valor de 95,9 Mpa, mientras su módulo de elasticidad llegó a 12 497 608 Mpa. La flexión dinámica se clasifica como media 0,788 kgfm/cm². (Tabla 6). Los resultados aquí expuestos revelan al igual que la madera de especies coníferas y latifolia, una relación muy directa entre la densidad y la resistencia mecánica, pues el resultado de la densidad normal en la localidad de Itabo fue el más alto en comparación con el resto, en tanto lo fue también su comportamiento mecánico.

El análisis de varianza realizado entre las localidades demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas para la compresión normal a las fibras y la flexión dinámica (Tabla 8).

TABLA 8
Análisis de varianza para las propiedades mecánicas

Localidad	Variables de propiedades mecánicas			
	CNF	CPF	FE	FD
Viñales	19,84 (±3,016) a	48,11 (±6,125) a	112,85 (±17,9) a	0,74 (±0,078) a
Itabo	34,93 (±3,016) b	55,45 (±6,125) a	92,64 (±15,71) a	0,85 (±0,078) b
Placetas	18,90 (±3,016) a	46,62 (±6,125) a	92,85 (±16,36) a	0,85 (±0,078) b
Guisa	22,80 (±3,016) a	49,19 (±6,125) a	81,03 (±16,36) a	0,59 (±0,078) a

Los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de la palma real demuestran que la especie puede tener varios usos, entre los que se encuentran madera para entablar, revestimientos, muebles tradicionales, entre otros. Los usos de la especie pudieran ser mayores si se aprovechara el

grosor de la tabla o tea, que es variable en toda la sección del tronco, oscilando entre 2 y 5 cm. Aprovechando el grosor de algunas tablas se elaboró mangos de herramientas (Fig. 3), para lo cual es de especial calidad, coincidiendo con el resultado de la flexión dinámica que es medianamente resistente.

La FAO (1986) apunta sobre la madera de la palma del coco, que las fibras entrecruzadas la hacen ideal para la fabricación de mangos de herramientas de formas complicadas. Su resistencia aumenta la capacidad de absorción de los impactos en los martillos y hachas.



Figura 4. Cabo de herramienta elaborado de palma real.

A pesar de que no fue objetivo del estudio profundizar en las propiedades tecnológicas, se debe señalar que durante la preparación de las probetas para ensayos físicos y mecánicos se comprobó su marcada resistencia al corte, cuestión que corrobora las experiencias prácticas en la década de los setenta, que no posibilitaron su uso extensivo atendiendo a limitaciones de los útiles de corte existentes en ese momento. Actualmente la calidad de los aceros y las tecnologías de maquinado permiten predecir la no existencia de dificultades para su procesado.

Igualmente se debe hacer alusión a la buena calidad de su pulido, disposición de las fibras, moldurado, barnizado y resistencia al uso de colas a partir de diferentes muebles elaborados con esta madera cuando el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales fue creado en 1969.

CONCLUSIONES

- La densidad normal de la especie es de $0,712 \text{ g/cm}^3$ como promedio, y la básica de $0,556 \text{ g/cm}^3$, lo cual la definen como una madera pesada en el primer caso y como semipesada en el segundo.
- Las contracciones de la madera se manifiestan dentro de lo normal; sin embargo, la radial resultó ser superior a la tangencial, aspecto que la clasifica como estable y sin deformaciones en el secado.
- La flexión estática alcanzó un valor de $95,9 \text{ Mpa}$, mientras su módulo de elasticidad llegó a $12\,497\,608 \text{ Mpa}$. La flexión dinámica se clasifica como media $0,788 \text{ kgfm/cm}^2$.
- Los valores de las propiedades físicas y mecánicas confirman los usos tradicionales de la madera de la palma real y posibilitan ampliar su rango de empleo a la industria de la segunda transformación en la fabricación de muebles finos, estantes con variados objetivos, revestimientos de paredes y techos, carpintería para interiores de barcos.
- Como medio de precisar aspectos tecnológicos en su procesamiento, deben realizarse los estudios correspondientes a su manejo como materia prima por la industria del aserrado y definir los esquemas de corte, como medio de entregar un producto con las características adecuadas a la industria de la segunda transformación.
- Realizar los estudios de la anatomía del leño de la especie con el objetivo de conocer el comportamiento de su estructura interna.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society for testing and Materials. 1955. Paint, Naval store, Cellulose, Wax, Polish, Wood, Acoustical Materials, Sandwich and Building Construction, Fire tests. Part 4. Philadelphia. 1983 p.
- Cook, O.F. 1901. A Synopsis of the palms of Puerto Rico. Bulletin of Torrey Botanical Club (PR). 28: 528-569.
- Duarte Leyva, A. 2001. Cuba y sus palmas. La Habana. Editorial Gente Nueva. 73 p
- FAO. 1986. La madera del coco. Elaboración y Aprovechamiento. Estudios FAO Montes nº 57. ISBN 92-5-302253-1. 53 p
- Henry, P.P. Modelo matemático para la determinación del módulo de la elasticidad. Inédito.
- Ibáñez, A. 2002. Propiedades y usos de 50 especies maderables que crecen en Cuba. PREMIO ACADEMIA 2001.
- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Jonh F. Francis 1992 Roystonea borinquena. Palma real de Puerto Rico. SO-ITF-SM-55. New Orleans, LA: US Department of agricultura, Forest Service, Southern. Forest Experiment Station. 5 p.
- Kolman, F. 1959. Tecnología y aplicaciones de la madera. Instituto de Investigaciones y Experiencias en servicio de la madera Gráficas Reunidas, S.A. Madrid, t. 1., 673 p.
- NC 43-27: 87. Propiedades físico mecánicas. Toma de muestras. Vigente abril 1987.
- NF-B51-009. Flexión Dinámica. Método de Ensayo.
- NF-B51-010. Tracción Perpendicular a la Fibra. Método de Ensayo.
- Normas ISO -----1975. Draft International Standard. ISO 3133, ISO 3137.
- Núñez, A. 2008. Etnobotánica sobre el cogollo de la palma real de los bosques cubanos. Revista Forestal Baracoa (CU) 27(1): 21-29.
- Sallenave, P. 1954. Propriétés Physiques et Mécaniques des Bois tropicaux de L'Union Française. Centre Technique. Forêtier Tropical. Nogent-Sur-Marne, Francia

Sotomayor, J.R. 2002. Tabla Fitecma de Clasificación de características mecánicas de maderas Mexicanas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

UNE 56-540-78 (1978) Características físico mecánicas de la madera: Interpretación de los resultados de los ensayos. Vigente abril 1978.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Pedro P. Henry Torriente

Doctor en Ciencias Ecológicas, investigador auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, profesor adjunto del Instituto Superior de Arte y de la Universidad Hermanos Saíz, ha desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con la tecnología de la madera y la mensura forestal. Es miembro del Tribunal Nacional Forestal para el otorgamiento de grados científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

- Turismo científico.
- Posturas forestales y frutales.
- Literatura científica y materiales informativos.
- Semillas forestales.
- Aceite trementina, colofonia.

***Laguncularia racemosa* (L.)
Gaertn. (Combretacea)**



NOMBRE VULGAR: Patabán

No: 91

Distribución geográfica: en toda Cuba e Isla de la Juventud, Florida, Antillas, América y Africa Tropical en suelos salobres no permanentemente inundados.

Caracteres macroscópicos: madera de color gris claro, textura media, grano recto, fácil de trabajar. Zonas de crecimiento visibles, poco durable.

Densidad: 91 g/cm³

Principales usos: leña, carbón de gran calidad y postes de cerca. Los renuevos lavados en agua de mar durante un tiempo y secados se emplean para cujes de curar tabacos.

Caracteres Microscópicos:

Porosidad:

Distribución: difusa. Poros mayormente solitarios, redondos; grupos radiales de 2 a 5 células y conglomerados eventuales.

$\phi(\mu\text{m})$: 50-79-100

No/mm²: 16

Pared (μm): 7

Placa perforada: simple.

Punteaduras: alternas, circulares y ornadas.

Longitud (μm): 304-429-522

Contenidos: no se observan.

B. Parénquima axial:

Distribución: paratraqueal más bien aliforme a confluyente

ϕ (μm): 21

No. células la serie: 2-4-8

Contenidos: no se observan.

Long. serie (μm): 293-444-732

C. Parénquima radial:

Distribución: no estratificados

Composición: homogéneos No/mm: 10 *Contenidos:* no se observan

Ancho (μm): 12-17-19 No. células: 1

Alto (μm): 143-289-416 No. células: 11-14-22

D. Fibras:

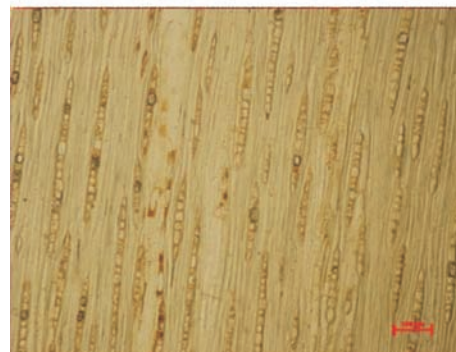
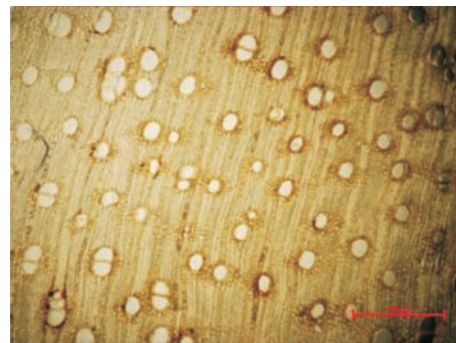
Tipo: libriformes, rectangulares

Distribución: más bien radial

ϕ (μm): 13 Grosor de pared (μm): 4,5

Longitud (μm): 575-883-1320

E. Caracteres especiales: no



REMOCIÓN DE CARBONO POR EL PATRIMONIO FORESTAL CUBANO: LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL CIEGO DE ÁVILA

CARBON REMOVED FROM CUBAN FORESTRY PATRIMONY: FORESTRY ENTERPRISE CIEGO DE ÁVILA

DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO,¹ DR. ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO,¹ ING. EUSEBIO ROSALES-ORDOÑEZ² Y
ESP. YODELVIS RIVERA-PELEGRÍN²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, mercadet@forestales.co.cu, teléf.: (053) 07 2082013, fax.: (053) 07 2082189.

² Empresa Forestal Integral Ciego de Ávila. Ciego de Ávila 51 (Oeste), esq. A Honorata del Castillo, Ciego Ávila, Cuba, teléf.: (053) 33 225525.

RESUMEN

Partiendo de la composición y existencias en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral (EFI) Ciego de Ávila en 2002 y 2011, se analiza cómo repercutieron las variaciones registradas entre ambas fechas sobre la retención media de carbono, y asumiendo como escenario business as usual su gestión técnica en 2011, se estiman los cambios esperables dentro de diez años. Mientras en 2002 la empresa retenía como promedio 203,0 tC/ha, en 2011 aumentó a 207,7 tC/ha, con una ganancia superior a 311 MtC, que comercializadas a 2 USD/tC representarían ingresos por más de medio millón de dólares. La proyección para 2021 reflejó una disminución de sus bosques naturales, compensada y superada por las plantaciones establecidas, a la par que aumentaron las plantaciones en desarrollo, con una disminución de las áreas por reforestar y un aumento de la biomasa en los bosques existentes desde 2011, alcanzando una retención media de carbono de 335,6 tC/ha.

Palabras claves: bosques, retención, carbono, línea base

ABSTRACT

Leaving from the composition and existences in the patrimony of the Ciego de Ávila Integral Forest Company in 2002 and 2011, it is analyzed how the variations registered among both dates rebounded on the mean retention of carbon and, assuming as business as usual scenario their technical administration in 2011, the expected changes at the end of the next 10 years are considered. While in 2002 the Company retained an average of 203,0 tC/ha, in 2011 it increased to 207,7 tC/ha, with a superior gain to 311 MtC which marketed at 2 USD/tC they would represent revenues for more than half million of dollars. The projection for 2021 reflected a decrease of its natural forest, compensated and overcome by the established plantations, at the same time that the plantations in development increased, with a decrease of the areas to reforest and an increase of the biomass in the existent forests from the 2011, reaching a mean carbon retention of 335,6 tC/ha.

Key words: forest, retention, carbon, base line, mitigation

INTRODUCCIÓN

El papel desempeñado por el patrimonio forestal cubano en la mitigación del cambio climático global ha sido objeto de sostenido monitoreo desde 1990, a través de los inventarios de gases de efecto invernadero que

bianualmente ha preparado el país, utilizando las metodologías recomendadas para estos fines por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático [López *et al.*, 2007].

Sin embargo, desde comienzos del presente siglo se acometieron esfuerzos orientados a elaborar una metodología propia que, partiendo de premisas técnicas reconocidas internacionalmente y de resultados en el país, permitiese evaluar la contribución del patrimonio forestal a la mitigación del cambio climático a una escala más pequeña y de mayor resolución, como es el caso de las EFI cubanas, resultados reportados por Mercadet *et al.* (2006) y por Mercadet y Álvarez (2006 y 2009).

La evolución temporal de esta metodología del sistema automatizado diseñado para su aplicación (SUMFOR) y de los resultados de su empleo en diversas empresas del país han sido reportados por Cordero *et al.* (2004), Rodríguez *et al.* (2005), Ajete *et al.* (2006), Mercadet (2007), Álvarez *et al.* (2011) y Hernández *et al.* (2012).

Entre las empresas a las que se ha evaluado la capacidad de retención de carbono destaca la EFI Ciego de Ávila, cuyo patrimonio fue objeto de examen en 2002 por primera vez [Mercadet *et*

al., 2006]; ha sido nuevamente valorado en 2011 y ahora cuenta además con una proyección de su línea base de carbono hasta 2021, razón por la que el presente trabajo abordará el análisis comparativo de tales resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EFI Ciego de Ávila está ubicada en la provincia de igual nombre, perteneciente a la región central de Cuba, administrando áreas del patrimonio forestal nacional ubicadas tanto en el litoral norte como sur y en el centro de la provincia (*Fig. 1*), la que se caracteriza por una topografía mayoritariamente llana, con abundantes zonas bajas en ambas costas, sin incluir en su territorio ninguna de las 10 cuencas hídricas de interés nacional existentes en el país, aunque sí presenta tres cuencas de interés provincial (Itabo, Chambas y La Yana) y dos cuencas subterráneas con libre intercambio con el mar (CA-I al norte y CA-II al sur) [Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 2012].



Figura 1. Ubicación de la provincia donde interviene la EFI Ciego de Ávila.

El patrimonio administrado por la empresa varió sustancialmente de la primera a la segunda evaluación con 46 078,9 ha de menos (*Tabla 1*), motivado principalmente por la transferencia de áreas a la Empresa para la Conservación de la Flora y la Fauna, lo que redundó en un aumento relativo del área forestal (8,78 % mayor) y en una disminución relativa del área inforestal (8,78 % menor).

En ambos años fue similar la cantidad de especies en plantaciones establecidas con más de 1 ha (20 especies en 2002 y 19 especies en 2011), mien-

tras la cantidad y tipo de formaciones naturales involucradas fue la misma para ambos años (semicaducifolio sobre calizas, sobre suelos ácidos, sobre suelos de mal drenaje y manglar).

Para el estudio de caso realizado en 2011 fue utilizada la última versión de la metodología y del sistema automatizado para las estimaciones del carbono retenido en el año base (SUMFOR v-2.16), a partir del cual se puede además estimar la línea base de retención de carbono para un período de diez años, considerando que el patrimonio y la gestión técnica de la empresa,

que incluye los datos presentados en la *Tabla 2*, se mantengan constantes a lo largo del tiempo, con respecto al año base.

Sin embargo, en el estudio de 2002 la metodología disponible no era la misma (no incluía la

estimación de la línea base) y los estimados de carbono de aquel año no pudieron ser recalculados con la metodología actual porque los datos incluidos en la *Tabla 2* no fueron captados en aquel momento.

TABLA 1

Composición general del patrimonio administrado por la empresa

Tipo de área	Superficie (ha)		Superficie (%)	
	Año 2002	Año 2011	Año 2002	Año 2011
Empresa	112 285,1	66 206,2	100,00	100,00
1. Área forestal	86 396,1	56 753,3	76,94	85,72
a) Área cubierta	49 209,6	39 231,1	43,83	59,26
Bosques naturales	43 598,9	34 516,9	38,83	52,14
Plant. establecidas	5610,7	4714,2	5,00	7,12
Plantas en desarrollo	7701,5	1446,0	6,86	2,18
Área por (re)forestar	29 485,0	16 076,2	26,26	24,28
2. Área inforestal	25 889,0	9452,9	23,06	14,28
Ciénagas	20 839,8	7439,5	18,56	11,24
Pastizales	366,7	388,2	0,33	0,59
Otras áreas	4682,5	1625,2	4,17	2,45

Fuente: Subdirección Técnica, EFI Ciego de Ávila.

TABLA 2

Caracterización de la gestión técnica de la EFI Ciego de Ávila en 2011

Indicador	Valor
Infestación de la superficie por reforestar:	
Sin marabú (< 50 %) (%):	12,7
Con marabú (≥ 50 %) (%):	87,3
Superficie promedio anual de fomento (ha)	860,0
Logro promedio de las plantaciones (%)	76,6
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	551,0
Áreas quemadas en zonas inforestales (%)	22,0
Áreas quemadas en zonas por reforestar (%)	19,0
Áreas quemadas en plantaciones en desarrollo (%)	21,0
Áreas quemadas en plantaciones establecidas (%)	27,0
Áreas quemadas en bosques naturales (%)	11,0
Volumen promedio anual extraído por tratamientos/raleos (m³)	763,5
Tratamientos/raleos en plantaciones (%)	0,0
Tratamientos/raleos en bosques naturales (%)	100
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	177,0
Talas rasas en plantaciones (%)	42,3
Talas rasas en bosques naturales (%)	57,7
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m³)	2014,8
En plantaciones establecidas (%)	0,0
En bosques naturales (%)	100,0
Incremento medio anual de los bosques naturales (m³/ha/año)	8,6
Incremento medio anual de las plantaciones (m³/ha/año)	5,3

Fuente: Subdirección Técnica, EFI Ciego Ávila.

Dadas las diferencias del patrimonio de la empresa entre los dos años analizados, los resultados solo se presentan y analizan en términos relativos de toneladas de carbono retenido por hectárea (tC/ha), con el fin de posibilitar su comparación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la estimación del carbono retenido por los principales componentes del patrimonio forestal de la empresa, para diferentes años, se muestran en la *Tabla 3*.

TABLA 3
Retención media de carbono (tC/ha) por componente del patrimonio en la EFI Ciego de Ávila

Área	Datos reales	
	2002	2011
Plantaciones establecidas	144,8	195,3
Bosques naturales	82,6	192,0
Por (re)forestar	53,0	15,9
Inforestal	674,8	77,5
Total	203,0	207,7

Las retenciones estimadas para 2002 y 2011 indican que los cambios ocurridos en el patrimonio de la empresa durante ese tiempo indujo un aumento del carbono en plantaciones y bosques naturales, a la par que originó una reducción del existente en las áreas por (re)forestar e inforestales.

Considerando que el aumento del carbono en los bosques está determinado por el aumento de su biomasa verde, ello es un indicador de que los volúmenes totales por unidad de superficie también aumentaron en esos nueve años, y en consecuencia, que la gestión técnica de la empresa sobre su patrimonio durante ese tiempo favoreció tales cambios.

Por su parte, las áreas por (re)forestar e inforestales acumulan el carbono básicamente en sus suelos, dado que carecen de cubierta forestal. En el caso de las primeras, la consideración de la infestación por marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright & Arn.) en la metodología usada para los datos de 2011 generó modificaciones en la estimación, y fue la causa de la disminución en la retención media reportada, mientras que en el caso de las inforestales, donde los altos

valores de carbono están comúnmente asociados a la presencia de zonas cenagosas con gran abundancia de materia orgánica, la conversión de grandes extensiones de ciénagas costeras en áreas protegidas para la flora y fauna, que además cambiaron de tenente, dieron como resultado una drástica reducción de la retención media de carbono en las que quedaron administradas por la empresa.

En general, la situación media del patrimonio manejado por la empresa expresó una ligera mejoría de 2002 a 2011 al aumentar en 4,7 tC/ha; pero esa pequeña magnitud de incremento cambia por completo su importancia relativa cuando se aplica a las más de 66 000 ha que maneja la empresa, ya que representa una ganancia total superior a las 311 000 t de carbono que, comercializadas a solo 2,00 USD/tC [Díaz, Hamilton and Jonson, 2011], representarían un valor superior a los 622 000 dólares.

Comparando los resultados de esta empresa en 2011 contra los reportados por Álvarez *et al.* (2013) para otras 11 entidades similares de Cuba, las que de conjunto representan más de la cuarta parte del patrimonio forestal del país en ese año (3 964 673,5 ha), la EFI Ciego de Ávila ocuparía el cuarto lugar, solo superada por las EFI Victoria de Girón, Baracoa y Mayabeque, de las que las dos primeras manejan un patrimonio densamente cubierto de bosques, mientras que la primera y la tercera presentan grandes zonas cenagosas costeras con importantes reservas de carbono en sus suelos.

La proyección a diez años con respecto a las retenciones de carbono alcanzadas en 2011 no constituye un pronóstico de tales valores, sino los resultados de un escenario que presume como condición que la forma de manejo establecida actualmente por la empresa (*Tabla 2*) sea mantenida sin variaciones durante todo ese período futuro (comúnmente denominado escenario *business as usual*), procediéndose habitualmente empleado para establecer la línea base de carbono.

Bajo las premisas de tal escenario, la composición del patrimonio administrado por la empresa al término de los próximos diez años se modificaría de forma tal que los cambios principales serían (*Tabla 4*):

- Un aumento del área cubierta en el 1,72 % (equivalente a 1143,0 ha), porque aunque disminuyen los bosques naturales en el 2,33 % (1540,3 ha), el aumento de las plantaciones establecidas en el 4,05 % (2683,3 ha) los compensa y supera.
- Un aumento de la superficie de plantaciones en desarrollo en el 1,85 % (1221,1 ha).
- Una disminución del área por reforestar en el 3,57 % (2364,1 ha), como consecuencia del aumento de las plantaciones, tanto establecidas como en desarrollo.

TABLA 4**Variación del patrimonio administrado por la empresa al término de los próximos diez años**

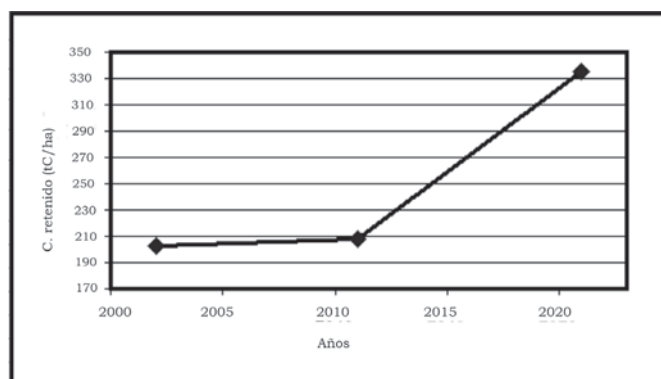
Tipo de área	Superficie (ha)		Superficie (%)	
	Año 2011	Año 2021	Año 2011	Año 2021
Empresa	66 206,2	66 206,2	100,00	100,00
1. Área forestal	56 753,3	56 753,3	85,72	85,72
a) Área cubierta	39 231,1	40 374,1	59,26	60,98
Bosques naturales	34 516,9	32 976,6	52,14	49,81
Plantas establecidas	4714,2	7397,5	7,12	11,17
Plantas en desarrollo	1446,0	2667,1	2,18	4,03
Área por (re)forestar	16 076,2	13 712,1	24,28	20,71
2. Área inforestal	9452,9	9452,9	14,28	14,28
Ciénagas	7439,5	7439,5	11,24	11,24
Pastizales	388,2	388,2	0,59	0,59
Otras áreas	1625,2	1625,2	2,45	2,45

Y en adición a lo anterior, durante ese lapso de tiempo cada hectárea de bosque natural y de plantación existente desde 2011 en la empresa habrá añadido 86 y 53 m³, respectivamente, a su volumen inicial de biomasa de fuste, según los datos de incremento medio anual presentados en la *Tabla 2*.

En consecuencia con ello, la proyección de la retención media de carbono de la empresa para 2021 presenta un importante salto cuantitativo, al igual que las retenciones medias correspondientes a las plantaciones y a los bosques naturales (*Tabla 5, Fig. 2*).

TABLA 5**Proyección de la retención media de carbono (tC/ha) para cada componente del patrimonio de la EFI Ciego de Ávila**

Área	Datos reales 2011	Proyección 2021
Plantaciones establecidas	195,3	423,0
Bosques naturales	192,0	421,8
Por (re)forestar	15,9	6,6
Inforestal	77,5	45,9
Total	207,7	335,6

**Figura 2.** Variación temporal de la retención media de carbono en la EFI Ciego de Ávila.

CONCLUSIONES

- La evolución temporal registrada por el patrimonio forestal administrado por la EFI Ciego de Ávila entre 2002 y 2011 ha resultado en beneficio de su capacidad como sumidero de

carbono, en tanto que las peculiaridades de la gestión técnica reportada para la empresa en 2011, valoradas como escenario *business as usual* para los próximos diez años, permi-

ten esperar un importante salto cuantitativo de la capacidad de sumidero de esta entidad al futuro, lo que le otorga un papel relevante en la estrategia de mitigación del cambio climático por el sector forestal cubano.

BIBLIOGRAFÍA

- AJETE, A., ET AL. 2006. Mitigación del cambio climático por concepto de fijación de CO₂ en los bosques de la EFI Baracoa, provincia de Guantánamo: Segunda aproximación. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 25(2): 43-50.
- ÁLVAREZ, A.; ET AL. Registro de Carbono – 2013. Sector Forestal. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana. 55 p. (Inédito)
- ÁLVAREZ, A., MERCADET, A. Y COL. 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.
- CORDERO, E. M., MERCADET, A., ÁLVAREZ, A., RODRÍGUEZ, O. 2004. Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. La EFI Mayabeque de provincia Habana: Segunda aproximación. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, *Revista Electrónica de la Agencia de Medio Ambiente (CU)* 4(6).
- DÍAZ, D., KATHERINE HAMILTON AND E. JONSON. 2011. State of the Forest Carbon Markets 2011. From Canopy to Currency. *Ecosystem Marketplace*. 93 p.
- HERNÁNDEZ, A., CABALLERO, L., ÁLVAREZ, A., MERCADET, A. 2012. Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Primera aproximación. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 31(1): 41-50.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS. 2012. Mapas de las cuencas hídricas superficiales y subterráneas del país. Versión digital.
- LÓPEZ, C., ET AL. 2007. Gases de Efecto Invernadero. Emisiones y Remociones. Cuba 1990-2002. La Habana. ETGEI – Instituto de Meteorología. 27 p.
- MERCADET, A. 2007. Cambio climático: Estudios de impactos y mitigación en el sector forestal cubano. *Agricultura Orgánica (CU)* 1: 43-53.
- MERCADET, A., ET AL. 2006. Reanálisis de la capacidad potencial de mitigación de los bosques cubanos. Informe final del subproyecto 11.25.04; Proyecto: El cambio climático y el sector forestal: Segunda aproximación. Programa Ramal MINAG Preservación de los recursos naturales. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana.
- MERCADET, A., ÁLVAREZ, A. 2006. Certificación del carbono retenido por las empresas forestales y bases para su reconocimiento ambiental. *Revista Forestal Baracoa (CU)* 25(1): 65-70.
- MERCADET, A., ÁLVAREZ, A. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. EN: Efecto de los cambios globales sobre el ciclo de carbono. Edts. F. Ortega, L. Lucas y Alejandra V. Volpedo, La Habana. Red 406RT0285: Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Pág. 107-118.
- RODRÍGUEZ, J. L., ÁLVAREZ, A., MERCADET, A., SANTANA, M.F. 2005. La retención de carbono y su impacto en el calentamiento global. Estudio de caso Empresa Forestal Integral La Palma. *Revista TATASCAN (HN)* 17(1): 1-10.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Alicia Mercadet Portillo

Doctora en Ciencias Forestales, investigadora titular del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, trabaja en la temática de Cambio Climático y Bosques. Ha impartido cursos de posgrado, tutoría de Tesis de Maestría y Doctorado. Recibió Premio Organismo MINAG. Premio Academia de Ciencias y Premio Especial de CITMA en Medio Ambiente por los resultados presentados en el libro *El sector forestal cubano y el cambio climático*. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

REGENERACIÓN NATURAL DEL BOSQUE SECO DE LA PROVINCIA DE LOJA Y UTILIDAD PARA EL MANEJO LOCAL

NATURAL REGENERATION OF TROPICAL DRIED FOREST IN THE PROVINCE OF LOJA AND USAGE FOR LOCAL MANAGEMENT

DR. C. ZHOFRE AGUIRRE-MENDOZA¹ Y DRA. C. GRETTEL GEADA-LÓPEZ²

¹ Universidad Nacional de Loja, Ecuador, zhofrea@yahoo.es

² Universidad de Pinar del Río. Calle: Martí 270 Final, Pinar del Río, Cuba, gabriel@upr.edu.cu

RESUMEN

La regeneración natural del bosque seco de Loja, Ecuador, con sus grupos, fue evaluada para disponer de información básica sobre el comportamiento de las especies que más se aprovechan y planificar su manejo. Para la colecta de los datos de la regeneración se establecieron 100 parcelas de 10 x 10 m, usando las categorías de plántulas: altura < de 1 m, brinza: $D_{1,30\text{ m}} < 5\text{ cm}$ y altura < 1,5 m, laical bajo: $D_{1,30\text{ m}} \geq 5$ y altura $\geq 1,5\text{ m}$, laical alto: $D_{1,30\text{ m}} \geq 5$ a $\leq 10\text{ cm}$ y altura $\geq 1,5\text{ m}$, y calculando el índice de valor de importancia de la regeneración. Se reporta la regeneración de 21 especies leñosas que pertenecen a 19 géneros y 13 familias. En el grupo I se registraron nueve especies forestales, 19 en el grupo II y 11 en el III. Las especies con mayor regeneración natural son *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Tabebuia chrysantha*, *Geoffroea spinosa* y *Cordia lutea*, algunas de ellas características de bosques secundarios, mientras que las especies típicas del bosque seco *Ceiba trichistandra*, *Simira ecuadorensis*, *Eriotheca ruizii* y *Terminalia valverdeae* mostraron escasa regeneración; sin embargo, su presencia parece suficiente para recuperar los individuos aprovechados y mantener la estructura del bosque.

Palabras claves: regeneración natural, especies típicas, tipos de bosque

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos de Ecuador se encuentran ubicados desde el sur de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja. Pertenecen

ABSTRACT

Natural regeneration of the equatorial tropical dried forest in Loja with its three groups was studied to generate basic information for the management. To collect the regeneration data were established 100 plots of 10 x 10 m and calculated the importance value index of regeneration. 21 woody species on 19 genera and 13 families were naturally generating, corresponding to groups-I, II and III of nine, 19 and 11 respectively. The species with higher importance value index were *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Tabebuia chrysantha*, *Geoffroea spinosa* and *Cordia lutea*, some of them typically in a secondary forest, while the species from native dry forest like *Ceiba trichistandra*, *Simira ecuadorensis*, *Terminalia valverdeae* and *Eriotheca ruizii* shown little regeneration. However, their presence seems sufficient to recover the exploited individuals and maintain forest structure.

Key words: natural regeneration, tropical dried forest, importance value index

al bosque seco ecuatorial, ecosistema único en el mundo [Linares-Palomino *et al.*, 2010]. Son formaciones vegetales caducifolias, don-

de aproximadamente el 75 % de sus especies pierden estacionalmente sus hojas [Espinosa *et al.*, 2012; Aguirre-Mendoza y Kvist, 2005; Aguirre-Mendoza *et al.*, 2006]. Se desarrollan en condiciones climáticas extremas, con precipitación anual de 400-600 mm; temperatura media anual de 24,9 °C [Cañadas, 1983; Klitgaard *et al.*, 1999; Proyecto Bosque Seco, 1998; Webber, 2009]. Estos bosques en la provincia de Loja se encuentran entre 190 a 1000 msnm, abarcan tierras bajas y estribaciones occidentales bajas de la cordillera de los Andes, ocupando el 31 % de la provincia [Herbario Loja *et al.*, 2001; Aguirre-Mendoza y Kvist, 2009]. Están ubicados en el corazón de la Zona de Endemismo Tumbesino, restringida a un área geográfica de 50 000 km², entre Ecuador y Perú, lo cual le confiere gran importancia por su diversidad florística y faunística [Best y Kresler, 1995]. Por otro lado, estos han soportado durante los últimos setenta años grandes presiones antrópicas, producto de: extracción maderera, conversión de uso de la tierra, incendios forestales y sobrepastoreo caprino [Aguirre-Mendoza *et al.*, 2001; Aguirre-Mendoza y Delgado-Cueva, 2005; Espinosa *et al.*, 2012].

En los bosques secos de la provincia de Loja por tradición los campesinos aprovechan las especies que proveen productos forestales maderables y no maderables para subsistencia y venta; pero no se conoce el comportamiento silvicultural de las especies aprovechadas. Los estudios en los bosques secos de Loja se han centrado en inventarios florísticos, de madera y aproximaciones al estado de conservación [Herbario Loja *et al.*, 2001, 2003; Neill, 2000; Aguirre-Mendoza *et al.*, 2001; Aguirre-Mendoza y Delgado-Cueva, 2005], y no sobre la regeneración natural de las especies que se aprovechan para madera y Productos Forestales No Maderables (PFNM), en consideración que la regeneración natural es un parámetro que permite medir la respuesta de las especies al aprovechamiento y los niveles de reposición del bosque. Las investigaciones relacionados con la regeneración son escasos; destacan los de Contenido (2000), Herbario Loja *et al.* (2001), Morales (2002) y Amabuludi (2009). Las especies maderables que más se aprovechan son *Tabebuia chrysantha*, *Terminalia valverdeae* y *Loxopterigyum huasango*, y las no maderables *Ceiba trichistandra*,

Prosopis juliflora, *Simira ecuadorensis* y *Bursera graveolens* [Aguirre-Mendoza y Delgado-Cueva, 2005; Aguirre-Mendoza y Kvist, 2005]. El aprovechamiento se realiza según las necesidades y obedeciendo a la demanda, ignorando los efectos sobre la estructura del bosque [Hernández y Josse, 1997]. Por esta razón, con este estudio se generó información de la presencia de la regeneración natural, especialmente de las especies vegetales más aprovechadas, y de esta manera dar elementos científico-técnicos para el manejo forestal del bosque seco por parte de la población local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El estudio se desarrolló en los bosques secos de la provincia de Loja, ubicado al sur del Ecuador, límite con el Perú, localizados entre 200 a 1000 msnm. Se muestreó y analizó los datos para el bosque seco en general y para los tres tipos de bosque determinados con el análisis de conglomerados jerárquico mediante la medida de distancia de Sorensen (Bray-Curtis) [Beals, 1984; McCune y Beals, 1999], y el método de unión de los tipos de bosque fue el de Ward's. Los tres tipos de bosques muy diferenciados por su fisonomía y estructura son:

Tipo I. Bosque seco de *Cordia macrantha*, *Terminalia valverdeae* y *Simira ecuadorensis*

Caracterizado por la presencia de *Cordia macrantha*, *Terminalia valverdeae* y *Simira ecuadorensis*, además de la existencia de *Tabebuia chrysantha*, *Piscidia carthagenensis* y *Ceiba trichistandra*, el dosel alcanza 18 m y se diferencian tres estratos. Se desarrollan entre 200 a 600 msnm en las zonas de La Ceiba, Cazaderos, Mangahurco, Cochas, Romero, Paletillas, en terrenos con pendientes de 25°. En el área se registra una precipitación anual de 510,8 mm, la temperatura media anual es de 24,9 °C, y la vegetación es densa (> 700 individuos/ha) [Aguirre-Mendoza *et al.*, 2013].

Tipo II. Bosque seco de *Tabebuia chrysantha*, *Calliandra taxifolia* y *Citharexylum gentryi*

Está caracterizado por la presencia de *Tabebuia chrysantha*, *Cytherexylum gentryi*, *Calliandra taxifolia*, *Simira ecuadorensis*, *Prockia crucis*, *Piscidia carthagenensis* y *Cochlospermum viti-folium*. La vegetación es semidensa (500-700

individuos/ha) a rala (300-499 individuos/ha). Se desarrolla entre 300 a 700 msnm, en las zonas de Vicin, Algodonal, Machanguilla, El Vergel, Laguar, en terrenos con pendientes de 30 a 35°, precipitación anual de 600 mm y temperatura media anual de 24 °C [Webber, 2009]. La altura del dosel es de 16 m y se diferencian tres estratos [Aguirre-Mendoza *et al.*, 2013].

Tipo III. Bosque seco de *Eriotheca ruizii*, *Ipomoea pauciflora*, *Leucaena trichodes* y *Erythrina velutina*

Las especies típicas son *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina*, *Ipomoea pauciflora* y *Leucaena trichodes*, y la presencia de *Pisonia aculeata*, *Ceiba trichistandra* y *Bursera graveolens*. Se desarrolla entre 400 a 1000 msnm; abarca las zonas de Laipuna, El Empalme y Lucarqui. Se encuentran sobre terrenos con pendientes de hasta 60°. La altura del dosel es de 13 m con dos estratos bien diferenciados. Esto corrobora la estructura de bosques que han sufrido procesos degradativos fuertes [García-Villacorta, 2009; Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005; Murphy

y Lugo, 1986]. La densidad de la vegetación es rala (300-499 individuos/ha), la altura del dosel es de 13 m y la fisiografía del terreno es muy irregular. El área registra una precipitación anual de 600 mm, la temperatura media anual es de 24,5 °C [Aguirre-Mendoza *et al.*, 2013].

La regeneración natural fue evaluada en parcelas de 10 x 10 m [Aguirre-Mendoza, 2010], anidadas en las parcelas de muestreo florístico, considerando las categorías planteadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [Orozco y Brumer, 2002]. Se contabilizó todos los individuos de cada unidad de muestreo, considerando las categorías plántulas: altura < de 1 m, brinzal: $D_{1,30\text{ m}} < 5\text{ cm}$ y altura < 1,5 m, latizal bajo: $D_{1,30\text{ m}} \geq 5$ y altura $\geq 1,5\text{ m}$, latizal alto: $D_{1,30\text{ m}} \geq 5$ a $\leq 10\text{ cm}$ y altura $\geq 1,5\text{ m}$. Con los datos colectados se calculó el índice de valor de importancia de la regeneración (IVI_{RN}) para cada especie y evaluar su contribución a la reserva de propágulos en diferentes estadios que garantizan la permanencia de las especies en el bosque.

$$IVI_{RN} = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Regeneración natural del bosque seco de la provincia de Loja: Se regeneran 21 especies leñosas. Por lo general en los bosques secos no todas las especies presentan regeneración abundante. Al respecto, Uslar *et al.* (2003) reportan un patrón que indica que existe gran cantidad de plántulas, cuya sobrevivencia está fuertemente influenciada por perturbaciones que reducen considerablemente sus poblaciones, llegando a etapa de adulto pocos individuos.

En este estudio la regeneración natural de especies indicadoras de los tipos de bosque, caso *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Ipomoea pauciflora*, *Cordia macrantha*, *Simira ecuadorensis* y *Leucaena trichodes*, es escasa, pese a que son dominantes y con individuos adultos, mientras que *Tabebuia chrysantha*, *Erythrina velutina* y *Terminalia valverdeae* poseen buena regeneración. La Fig. 1A presenta las especies con mayor IVI_{RN} , las cuales son también los principales elementos florísticos del bosque, por lo que se cuenta con una reserva de propágulos en diferentes categorías o estadios que

garantizan la permanencia de las especies en el bosque, y la Fig. 1B representa las especies con menor IVI_{RN} .

Existe abundante regeneración de *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Geoffroea spinosa*, *Prosopis juliflora* y *Chloroleucon mangense*, que son especies abundantes y características del bosque seco, reportado también por Aguirre-Mendoza y Kvist (2005); Morales (2002), lo cual podría deberse a que las semillas son consumidas por el ganado que facilita su dispersión.

El caso de *Bursera graveolens* es preocupante, ya que es característica de bosque seco, tiene escasa regeneración natural, más aún cuando está empezándose a aprovechar las flores y frutos en la zona para la obtención de aceites esenciales [Aguirre-Mendoza *et al.*, 2012].

La regeneración natural de las especies en las primeras categorías es abundante; luego, por pisoteo de ganado, competencia y condiciones climáticas extremas va disminuyendo, lo cual podría disminuir la capacidad regenerativa del bosque; sin embargo, los resultados de este estudio muestran una cantidad de individuos

en las categorías de latizal bajo y latizal alto de las especies típicas del bosque seco que permite mantener la estructura del bosque. Esto último contradice lo reportado por el

Herbario Loja *et al.* (2001) y Contenido (2000), que aseguran que la regeneración natural era escasa y la dinámica de estos bosques estaba muy alterada.

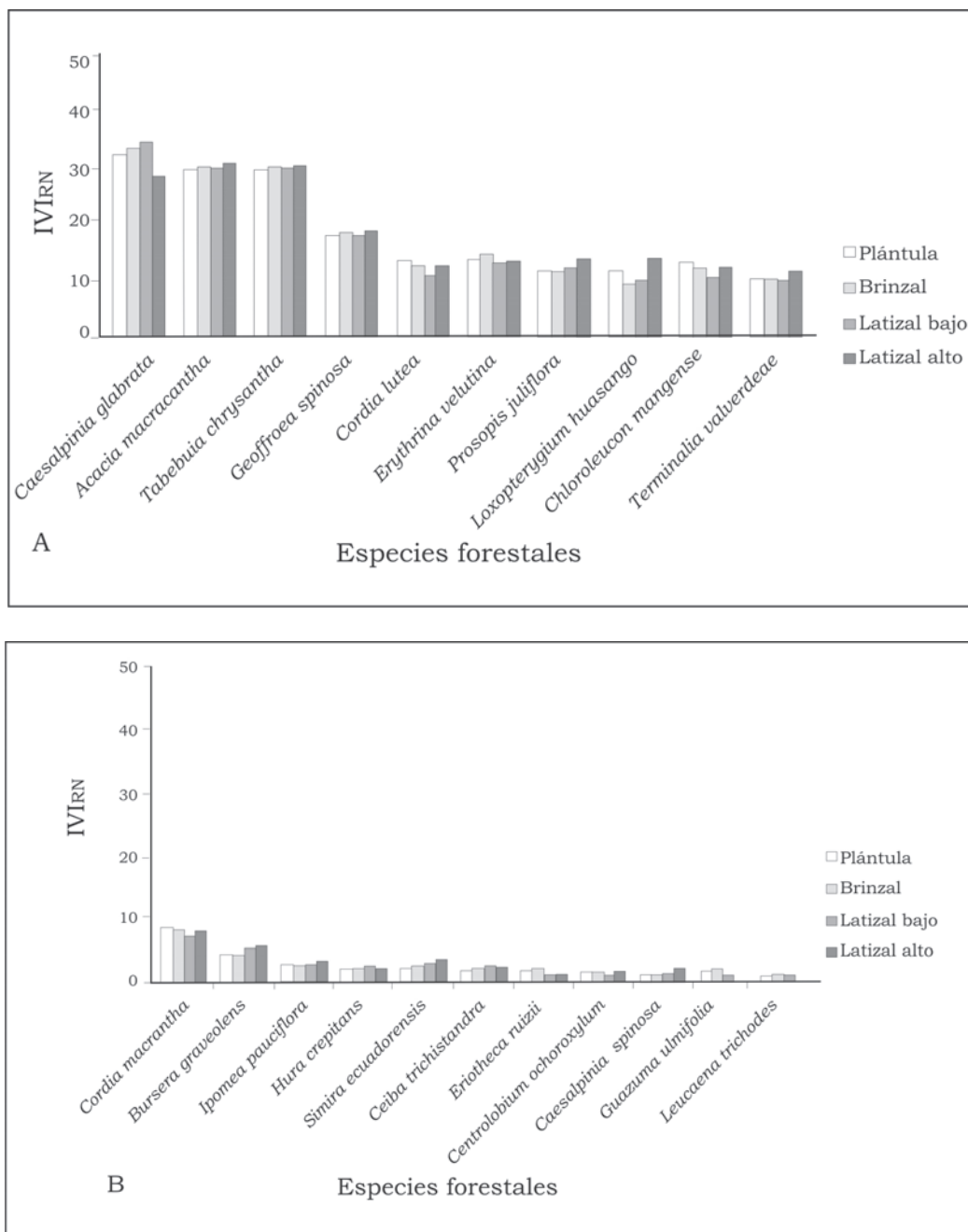


Figura 1. Índice valor de importancia de la regeneración natural de las especies forestales, en las categorías evaluadas en el bosque seco de la provincia de Loja. A: las diez especies con mayor IVIRN. B: las restantes especies con menor IVIRN.

Espinosa *et al.* (2012) indican que en los bosques secos se dan dos mecanismos de regeneración natural mediante semillas y rebrotes-propágulos. El mecanismo de rebrotes-propágulos posiblemente es más eficiente debido a la presencia de raíces viejas que favorecen la utilización de nutrientes, mientras que las plantas producidas por semillas suelen ser más numerosas; sin embargo, tienen tasas de supervivencia menores que los rebrotes. La supervivencia de la regeneración natural esta influenciada por el estrés hídrico. En este estudio se observó que el mecanismo más frecuente es la regeneración natural por semillas.

Regeneración natural del tipo I: Se registraron nueve especies forestales regenerándose. De las especies que caracterizan el tipo de bosque *Cordia macrantha*, *Terminalia valverdeae* y *Tabebuia chrysantha* se regeneran regularmente, mientras que *Simira ecuadorensis*, *Piscidia carthagenensis* y *Ceiba trichistandra* no presentan regeneración (Fig. 2). De esta manera solo dos especies que tipifican al tipo de bosque (*Cordia macrantha* y *Terminalia valverdeae*) se regeneran. Las especies

de más amplia distribución como *Loxopterygium huasango*, *Chloroleucon mangense*, *Caesalpinia glabrata*, *Prosopis juliflora*, *Geoffroea spinosa* y *Cordia lutea* su regeneración está distribuida en todas las categorías, lo que visualiza el mantenimiento de esta en la estructura del bosque. El caso de *Loxopterygium huasango* es interesante. Esta especie tiene alta demanda, y varios reportes indicaban que su regeneración era escasa [Herbario Loja *et al.*, 2001, Aguirre-Mendoza *et al.*, 2001]. Este estudio muestra lo contrario, alentando su recuperación como elemento florístico de este tipo de bosque.

La regeneración natural no había sido estudiada a profundidad, pues solamente Contento (2000) y Morales (2002) reportaban resultados en pequeñas áreas de bosque seco, indicando a *Tabebuia chrysantha*, *Simira ecuadorensis*, *Caesalpinia glabrata* y *Acacia macracantha* como las de mayor regeneración, mientras que el Herbario Loja *et al.* (2001, 2003) y Ambuludi (2009) indicaban que existía regeneración natural de las especies forestales comerciales, pero pocos individuos llegaban a estado adulto.

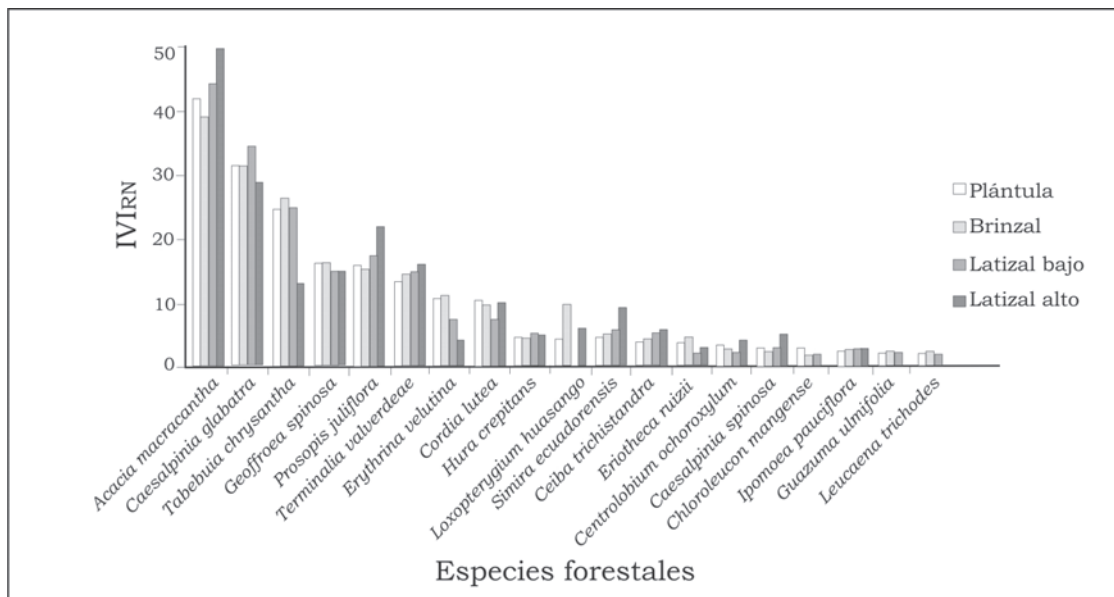


Figura 2. Índice valor de importancia de la regeneración natural de las especies forestales en cada categoría evaluada en el tipo I de bosque seco.

Regeneración natural del tipo II: Se registra regeneración natural en 19 especies, pero solo una que determina el tipo de bosque tiene regeneración: *Tabebuia chrysantha*, mientras que especies que también están en los otros dos tipos de bosque, como *Acacia macracantha*, *Caesalpinia glabrata*, *Geoffroea spinosa*, *Prosopis juliflora*, *Terminalia valverdeae*, *Erythrina velutina*, *Cordia lutea* y *Simira eduardensis* presentan regeneración en todas las categorías evaluadas (Fig. 3). Estos resultados también coinciden con Contento (2000) y Morales (2002) en estudios puntuales en Zapotillo y Macará.

La mayor regeneración se concentra en las categorías plántula y brinzal, que son a su vez susceptibles a daños [Espinosa *et al.*, 2012], y se estima que de estas llegan a estadios superiores aproximadamente el 20 % [Herbario Loja *et al.*, 2001; Ambuludi-Macas, 2009], por lo que las especies que forman la estructura del bosque podrían garantizar su permanencia. La regeneración de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia glabrata*, *Geoffroea spinosa*, *Prosopis juliflora* y *Erythrina velutina* es favorecida por la presencia de ganado, que dispersan sus semillas, pero solo llegan a estado adulto un reducido número de individuos, suficiente para estar representadas en la estructura del bosque.

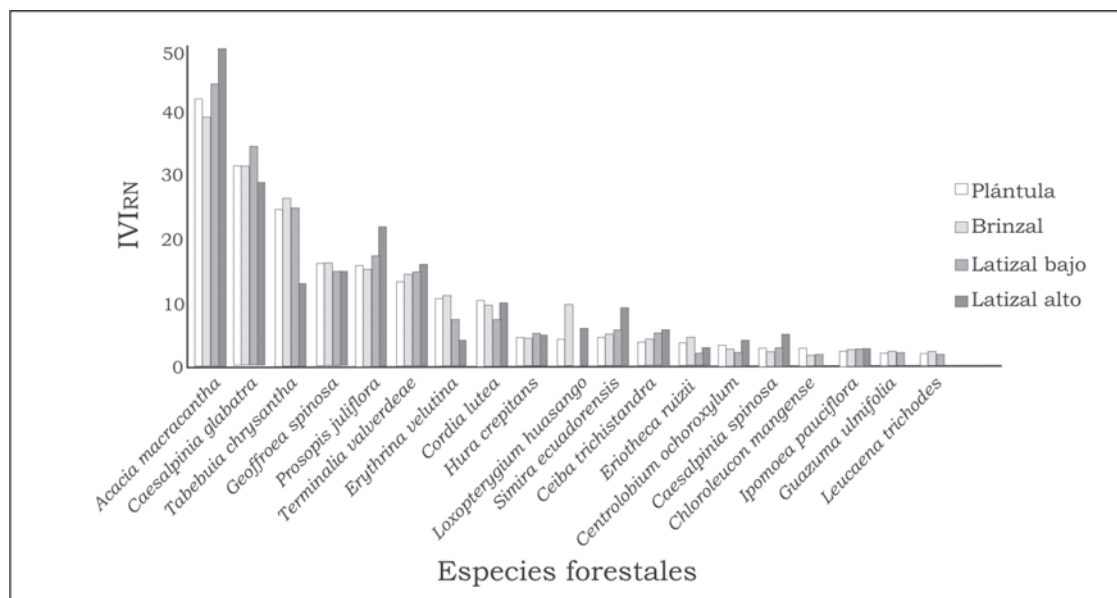


Figura 3. Índice valor de importancia de la regeneración natural de las especies forestales en cada categoría evaluada en el tipo II de bosque seco.

Regeneración natural del tipo III: Se registraron 11 especies regenerándose, tres de las seis que determinan el tipo de bosque se regeneran: *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina* e *Ipomoea pauciflora*, mientras que *Pisonia aculeata*, *Leucaena trichodes* y *Ceiba trichistandra* no registran regeneración. Especies como *Caesalpinia glabrata* y *Acacia macracantha*, que son de distribución amplia, tienen buena regeneración en todas las categorías evaluadas. También se observa regeneración de especies típicas de bosque seco como *Tabebuia chrysantha*, *Geoffroea*

spinosa, *Loxopterygium huasango* y *Bursera graveolens*, lo que sugiere recuperación de la estructura del bosque (Fig. 4). Dichos resultados coinciden con los reportados por Contento (2000) y Morales (2002) en estudios puntuales en Zapotillo y Macará. La regeneración natural de las especies sigue el mismo comportamiento de supervivencia manifestado por Espinosa *et al.* (2012) y Ambuludi-Macas (2009), quienes indican que son pocas las plantas que llegan a estado adulto debido a la limitación de humedad e intervención antrópica.

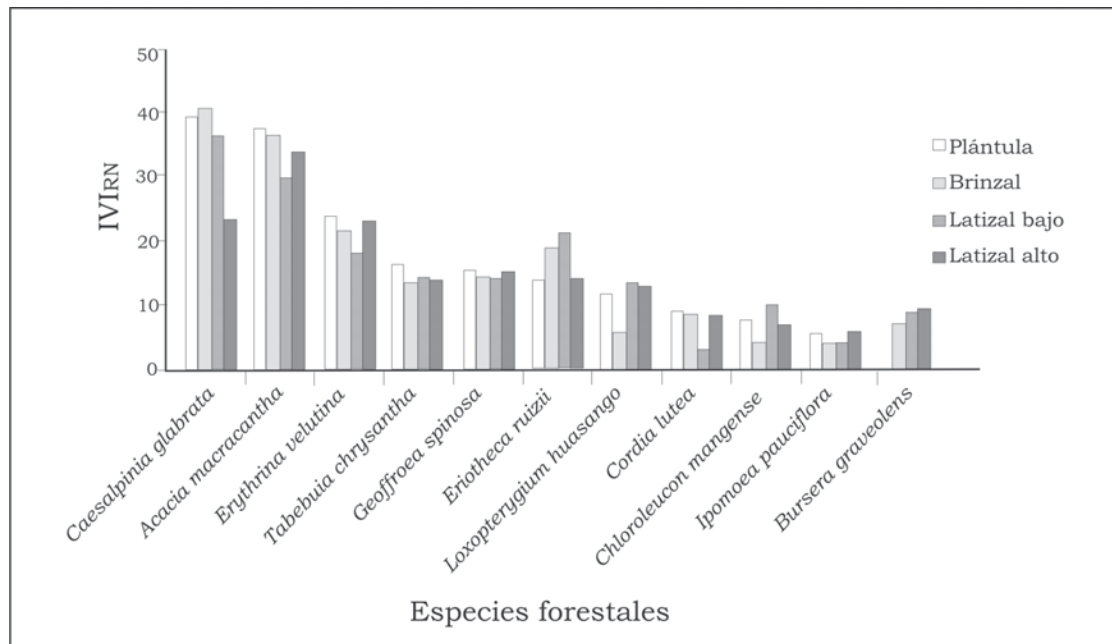


Figura 4. Índice valor de importancia de regeneración de las especies forestales en cada categoría evaluada en el tipo III de bosque seco de la provincia de Loja.

CONCLUSIONES

- En el bosque seco ecuatorial la regeneración natural está dominada por especies nativas como *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Geoffroea spinosa*, *Prosopis juliflora* y *Chloroleucon mangense*, y es buena, posiblemente favorecidas por la escarificación de sus semillas, por ser estas consumidas por el ganado bovino y caprino.
- Las especies típicas del bosque seco como *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii* y *Cochlospermum vitifolium* poseen una regeneración escasa.
- Las especies mayormente aprovechadas de bosque como madera y PFNM registran escasa regeneración natural. Al parecer esta cantidad es suficiente para que se mantengan en la estructura y composición del bosque seco de la provincia de Loja.

BIBLIOGRAFÍA

- de Loja. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco, Quito. Ecuador.
- Aguirre-Mendoza, Z., Kvist, P. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. *Lyonia* (US) 8 (2): 41-67.
- Aguirre-Mendoza, Z., Delgado-Cueva, T. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En: Vásquez, M.A., Freile, J.F. y Suárez, L. (Eds.). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Pp. 9-24. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco. Quito, Ecuador.
- Aguirre-Mendoza, Z., Kvist, L., Linares, R. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* (PE) 13(2): 324-350. ISSN: 1815-8242.
- Aguirre-Mendoza, Z., Kvist, L. 2009. Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa* (PE) 16(2): 87-99. ISSN: 1815-8242.
- Aguirre-Mendoza, Z. 2010. Guía para estudios de composición florística, estructura y diversidad de la vegetación natural. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolivia. 57 p.
- Aguirre-Mendoza, Z., Betancourt, Y., Geada, G. 2012. Aprovechamiento del palo santo *Bursera graveolens* en los bosques secos de Ecuador. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos93/aprovechamiento-del-palo-santo-bursera-graveolens-ecuador.shtml>.
- Aguirre-Mendoza, Z., et al. 2001. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. Pp. 15-35. En M.A. Vásquez, M. Larrea, L. Suárez & P. Ojeda (Eds.). Biodiversidad en los Bosques Secos del Sur-Occidente de la provincia

- Aguirre-Mendoza, Z., Betancourt-Figueras, Y., Geada López, G. 2013. Composición florística y estructura de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. *Revista Avances (CU)* Vol. 15(2):134-146. ISSN 1562-3297.
- Ambuludi, L. 2009. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y dinámica de la regeneración natural en bosque seco intervenido y no intervenido de la reserva Laipuna, Macará, Loja. 108 h. Tesis de Diploma (en opción al título de Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Beals, E. W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research (US)* 14: 1-55
- Best, B., Kessler, M. 1995. Biodiversity and Conservation in Tumbesian Ecuador and Perú. *Birdlife Internacional*. Cambridge. UK. 218 p.
- Cañadas, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Quito. Editores Asociados. 210 p.
- Contento, R. 2000. Estudio de la composición florística y regeneración natural del bosque seco en la Ceiba Grande, Zapotillo. 72 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja.
- Espinosa, C. I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., Escudero, A. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas (ES)* 21 (1-2): 167-179.
- García Villacorta, R. 2009. Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de Biología (PE)* 16(1): 81-92. Versión online ISSN 1727-9933.
- Herbario Loja, UNISIG, CINFA. 2001. Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 p.
- Herbario Loja, CINFA, SNV. 2003. Zonificación ecológica de los seis cantones de influencia del Proyecto Bosque Seco. Fase II. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 p.
- Hernández, C., Josse, C. 1997. Plantas silvestres comestibles del Parque Nacional Machalilla. *Hombre y Ambiente (EC)* 40: 1-78
- Klitgaard, B., et al. 1999. Composición florística y estructural del Bosque Petrificado de Puyango, Loja Ecuador. En: *Estudios Botánicos en el Sur del Ecuador* N° 3. Ecuador. Universidad Nacional de Loja. p. 25-49.
- Leal-Pinedo, J., Linares Palomino, R. 2005. Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. *Revista Caldasia (CO)* 27(2):195-211.
- Linares Palomino, R., Kvist, L., Aguirre-Mendoza, Z., Gonzales, C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation (US)* 19(1):165-185.
- McCune, B., Mefford M. J. 1999. Multivariate analysis of ecological data. *PcOrd-Versión 4.17 MjMSoftware*. Glenneden Beach, Oregon, USA.
- Morales, M. 2002. Estudio de la composición florística y comportamiento de la regeneración natural del bosque seco en tres áreas en el cantón Macará. 143 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja.
- Murphy, P., Lugo, A. E. 1995. Dry forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock, S.H., Mooney, H. A. y Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Pp. 9-34. Cambridge University Press, Cambridge.
- Neill, D. 2000. Observation on the conservation status of tropical dry forest in the Zapotillo Area, Loja, Ecuador. Disponible en [http:// www.mobot.org/MOBOT/research/Ecuador /Zapotillo](http://www.mobot.org/MOBOT/research/Ecuador/Zapotillo).
- Orozco, L., Brumer, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Proyecto Bosque Seco. 1998. Diagnóstico socio ambiental e institucional de los cinco cantones sur-occidentales de Loja. INEFAN/SNV, Loja, Ecuador. 159 p.
- Uslar, Y., Mostacedo, B., Saldías, M. 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Proyecto BOLFOR-USAID/Bolivia. 28 p.
- Webber, L. 2009. Diagnóstico y plan de monitoreo de la calidad del agua en las Áreas de interés hídrico de los cantones Celica, Pindal, Puyango y Macará. *Naturaleza y Cultura Internacional*. Loja, Ecuador. 35

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Zhofre Aguirre Mendoza

Doctor en Ciencias Forestales, docente de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, director del Herbario Reinaldo Espinosa de Ecuador, ha trabajado durante más de veinte años sobre botánica, tipología y ecología de los bosques secos ecuatoriales.

CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD EN LAS FINCAS FORESTALES INTEGRALES DE LA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE AGROINDUSTRIAL BAHÍA HONDA, PROVINCIA DE ARTEMISA, CUBA

CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE INTEGRATED FOREST FARMS BELONGING TO MINOR ENTERPRISE AGROINDUSTRIAL UNITED OF BAHÍA HONDA, ARTEMISA PROVINCE, CUBA

M. SC. EFRÁIN A. CALZADILLA-ZALDÍVAR,¹ DR. C. PEDRO A. ÁLVAREZ-OLIVERAS,² DR. C. KATIA MANZANARES-AYALA¹
Y LIC. RAÚL ECHEVARRÍA-VALES³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, calzadilla@forestales.co.cu

² Centro de Estudios Forestales. Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 Final C. P. 20100, Cuba

³ Unidad Empresarial de Base Agroindustrial Bahía Honda. Carretera de Bahía Honda a San Cristóbal, Km 1,5, Bahía Honda, Artemisa, Cuba

RESUMEN

El municipio de Bahía Honda, en la provincia de Artemisa, es una región montañosa y cuenta con 15 Fincas Forestales Integrales, cuyo objeto social es la protección de los suelos y las aguas. Se realizó el diagnóstico en cuatro fincas: Corojalito, La Presa, La Sierra y Los Mangos. En ellas se han establecido plantaciones en áreas que estuvieron dedicadas a la ganadería y la agricultura cañera. Se corrobora que la gestión actual centrada en las diferentes actividades silvícolas por sí solas no satisfacen las necesidades económicas del finquero y la familia, provocando un desequilibrio entre el bienestar humano y el ambiental. El barómetro de sostenibilidad revela que la cobertura forestal obtuvo mayor puntaje, lo que se corresponde con el Índice de Diversidad de Shannon, el cual clasifica como medianamente diverso en el 50 % de los sitios evaluados. Se propone diversificar las actividades productivas implementando prácticas agrosilvícolas y silvopastoriles, contribuyendo a ser más sostenibles estas unidades productivas.

Palabras claves: Fincas Forestales Integrales, bienestar humano y ambiental, prácticas agrosilvícolas y silvopastoriles.

ABSTRACT

The Bahia Honda municipality in the province of Artemisa is a mountainous region and has 15 comprehensive forest farms, whose purpose is the protection of soil and water. Diagnosis was made in four properties: Corojalito, La Presa, La Sierra and Los Mangos. In the same have been established plantations in areas that were devoted to livestock and sugarcane agriculture. It confirms that the current management focused on silvicultural activities alone does not meet the economic needs of the farmer and family, causing an imbalance between the human being and the environment. The sustainability barometer reveals that forest cover scored the highest corresponding to the Shannon diversity index, which ranks as median different in 50 % of the sites evaluated. It is proposed; diversify production activities implementing agroforestry and silvopastoral practices, contributing to a more sustainable these productive units.

Key words: Integrated Farm Forestry, welfare and environmental, agroforestry and silvopastoral practices.

INTRODUCCIÓN

Las fincas ecológicas familiares, especialmente en zonas tropicales y subtropicales, generan una gran variedad de productos, servicios e ingresos para las familias agrícolas. Estas también reducen el gasto de insumos externos y de mano de obra al promover los ciclos internos y sinergias en el sistema agroecológico, al tiempo que potencian el manejo del agua y de materia orgánica, de la energía y de la biodiversidad [Álvarez, 2012].

Hart (1985) define la finca «como una unidad de producción agrícola dentro de una región con una superficie variable manejada por un individuo o un grupo de individuos. Está constituida por uno o más agroecosistemas y el subsistema socioeconómico. En este último se incluyen las relaciones sociales o de la familia campesina en el caso de las fincas pequeñas».

En Cuba, Fernández y Bu Wong (2010) plantean que «el modelo de fincas ha demostrado ser una de las alternativas más viables y sustentables para la recuperación del sector agropecuario en las nuevas y complejas circunstancias operativas de la economía nacional, y responder de manera más efectiva a los desafíos planteados», destacando como factores claves del éxito del modelo de fincas la escala de producción, la autonomía de gestión, la obtención de ingresos y el sentido de pertenencia.

A iniciativa del ministro de la Agricultura, se inicia la creación de las primeras Fincas Forestales Integrales, inspiradas en la Resolución 960 de 1998 [MINAG, 1998] para dar continuidad al desarrollo forestal del país y preservar los recursos forestales ante las continuas talas furtivas y afectaciones al bosque. Las primeras fincas forestales comenzaron a crearse a partir de 1995 en las provincias de Villa Clara, Las Tunas y Granma, y rápidamente se extendieron a todas las demás, aceptándose la definición de Finca Forestal Integral como la unidad de manejo forestal más pequeña dentro del sistema empresarial forestal del país.

De acuerdo con la Dinámica Forestal del municipio de Bahía Honda hasta 2012 [Fernández, 2013], de una superficie total de 78 400,0 ha, a la actividad agrícola corresponden 52 594,2 ha, en tanto 33 308,6 ha pertenecen al patrimonio forestal, de ellas 10 083,8 ha son administradas

por el sector forestal, mientras que 23 224,8 ha pertenecen a otros tenentes. Más del 10 % de esa superficie está administrada mediante la forma organizativa en fincas, las cuales poseen un desempeño aceptable, pero su gestión debe ser perfeccionada, entre otras causas, porque no se realizan los planes de manejo.

En ese sentido Palenzuela (2010) plantea que el Plan de Manejo Simplificado es el documento rector a partir del cual se programa el trabajo a ejecutar en la finca por un período de tiempo no menor a cinco años, donde se recogen todos los manejos, volúmenes de producción a obtener, análisis económico, planificación anual y otras.

Por otra parte, los árboles tienen el rol principal de brindar servicios ambientales como sombra para los animales, disminución de la evapotranspiración, aumento de la fertilidad del suelo y reducción de la erosión, incremento de la biodiversidad, entre otros, lo que proporciona un entorno amigable para los animales y la ecología del estrato herbáceo [IFO y CATIE, 2003], proveyendo en general a los agroecosistemas estabilidad ecológica.

En el ámbito forestal la adecuación del concepto *desarrollo sostenible* se concreta en el manejo forestal sostenible, el cual ha evolucionado desde la producción maderera sostenible hasta su significado actual, que expresa la sostenibilidad en todas las funciones de los bosques y de los sistemas sociales vinculados al mismo [Cué, 2008].

El principal desafío que poseen las Fincas Forestales Integrales, en el municipio de Bahía Honda, es lograr la sostenibilidad en sus tres dimensiones: social, económico y medioambiental, que sean viables económicamente y cumplan con las funciones por lo que fueron creadas, que es la protección del medio ambiente. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio realizado en cuatro Fincas Forestales Integrales de la UEBA Bahía Honda, donde se exponen las deficiencias identificadas y el plan de acción para lograr un desarrollo armónico y sostenible en las fincas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y extensión. El área de estudio se localiza entre los 22° 45' 40" y 23° 00' 50" de latitud norte, y los 82° 54' 10" y 83° 23' 30" de

longitud oeste (*Fig. 1*). Limita al norte con el Estrecho de la Florida, al este con los municipios de Mariel y Artemisa; al sur con los municipios

de Candelaria y San Cristóbal, y al oeste con el municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río.

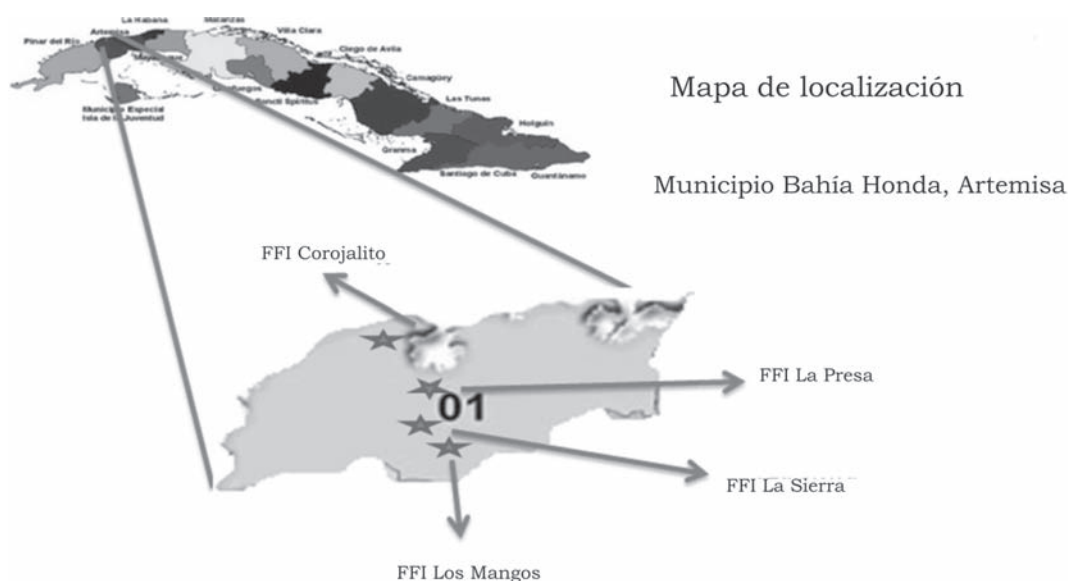


Figura 1. Mapa de localización de las Fincas Forestales Integrales.

Según datos de la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (2007), la población ascendía a 45 546 habitantes. La superficie total es de 784,0 km² y la densidad de población era de 57,9 hab./km². Los principales asentamientos poblacionales del municipio son: Orozco (antiguo central azucarero Pablo de la Torriente

Brau), San Diego de Núñez, central Harlem, Luis Carrasco, Blanca Arena y Las Pozas.

Metodología. Para realizar el estudio se seleccionaron cuatro fincas por sus particularidades y representatividad, ubicadas en diferentes localidades, cuyas características se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 1

Características generales de las Fincas Forestales Integrales, UEBA Bahía Honda

Nombre de la FFI	Área (ha)	Altitud (m)	Relieve	Pend. (%)	Tipo de suelo	Veget. nat.	Coordenadas geográficas	
							Latitud	Longitud
Corojalito	46,1	10	Llano	5	Pardo con carbonatos	Scf-c	22°58'30"	83°11'30"
La Presa	35,0	40	Alomado	10	Pardo con carbonatos	Scf-c	22°53'00"	83°10'00"
La Sierra	52,0	250	Montañoso	30-40	Esquelético	Scf-c	22°51'20"	83°11'07"
Los Mangos	55,6	260	Colinoso	10-40	Fersialítico pardo rojizo	Scf-a	22°49'00"	83°10'30"

En el periodo comprendido entre 2010 y 2012 se realizó el diagnóstico nacional de las Fincas Forestales Integrales [Calzadilla, 2010], punto de partida para la realización del estudio de

las fincas del municipio. Con ese objetivo se elaboró un formulario para la encuesta, constituido por tres modelos, en que se recogen 56 indicadores.

Modelo 1: se recoge la información general sobre la finca e indicadores sociales.

Modelo 2: se colecta toda la información técnica relacionada con el componente forestal.

Modelo 3: se identifican los sistemas agrosilvícolas y silvopastoriles que se practican.

Con el fin de actualizar dicha información, se realizó una visita de trabajo a la UEBA, en coordinación con el Departamento Técnico de Desarrollo, con vistas a completar la información requerida en la investigación de campo, consultándose documentos como el Proyecto de Ordenación de la EFI Bahía Honda [GEAM, MINAG, 2007].

Análisis estadísticos. Se evaluaron los principales indicadores sociales, técnico-productivos y agroforestales; el método aplicado en el procesamiento de la información fue tabla de frecuencia y estadística descriptiva. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat (2008).

Análisis de diversidad florística: Índice de Shannon (H). Se determinó la diversidad de las poblaciones obtenidos mediante la ecuación siguiente:

Índice de Simpson (D). Es una medida de la dominancia donde el valor máximo es 1. Se calcula con la ecuación siguiente:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i) \quad (2)$$

$$D = \Sigma (n (n-1)) / (N (N-1))$$

También se determinó el grado de presencia proporcional:

$$Pp = (Np / Pm) \times 100 \quad (3) \quad Pp = (Np / Pm) \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Valoración de la gestión de las Fincas Forestales Integrales estudiadas

Un resumen de las principales deficiencias identificadas en los diferentes indicadores estudiados, durante el diagnóstico realizado a las cuatro fincas, se agrupan según la dimensión

social, forestal y agroforestal, y se presentan a continuación.

Dimensión social: una finca (La Sierra) carece de vivienda, y otra (Corojalito), necesita reparación; el salario está por debajo de las necesidades de la familia; no cuenta con el Plan de Manejo Simplificado; poca vinculación de los miembros de la familia con las actividades de las fincas; no existe un programa de capacitación técnica ni se realizan encuentros técnicos de finqueros; la relación entre el área de las fincas y la fuerza laboral es muy alta, mayor de 35 ha/hombre.

Dimensión forestal: insuficiente aplicación de medidas de conservación de suelos; escasa diversidad y pobre presencia de especies frutales en las fincas; baja diversidad de especies forestales empleadas en los planes de reforestación; pobre representación de las especies nativas; insuficiente aplicación de tratamientos silviculturales a los bosque naturales degradados de la finca La Sierra; los Productos Forestales No Maderables (PFNM) no se aprovechan actualmente; de las especies establecidas en la faja forestal hidrorreguladora del embalse, algunas no están incluidas entre las recomendadas para jugar esa función, como *Casuarina* sp., *Leucaena* sp. y *Acacia* sp.

Dimensión agroforestal: escasa diversidad y permanencia de los cultivos agrícolas en las áreas dedicadas al autoconsumo; pobre representación en variedad y cantidad de los frutales; no se realizan prácticas agroecológicas como la producción de compost, el policultivo, entre otras; el área de autoabastecimiento en la finca La Sierra se cultiva como un conuco tradicional y no se aplican medidas de conservación de suelos.

Como se aprecia, el diagnóstico y caracterización de los indicadores evaluados revelan los factores que limitan el desempeño adecuado y eficiente en el funcionamiento de las fincas estudiadas. En la dimensión social se identificaron seis deficiencias; en la técnico-productiva ocho y en la agroforestal se encontraron cuatro.

Análisis estadísticos de algunos indicadores evaluados en el diagnóstico

Los análisis estadísticos expresados en las tablas de contingencia y estadística descriptiva aportan información sobre el comportamiento

de los diferentes indicadores en las fincas forestales evaluadas.

Dimensión social. Entre los indicadores sociales, uno de los más importantes para el funcionamiento de las fincas lo constituye la vivienda, ya que la misma condiciona en gran medida el alcance y cumplimiento de los objetivos por lo que fueron creadas, al punto que el GEAM reconoce como tales las fincas que disponen de vivienda *in situ*. En este caso, el 75 % de las fincas estudiadas (cuatro) poseen vivienda, en las cuales se logra en conjunto mejores resultados, pues muchos logros están

relacionados con la presencia permanente del finquero en ella.

Dimensión forestal. En la *Tabla 2* se aprecia que la media de las plantaciones establecidas alcanza valores de 25,6 ha, lo que indica el avance alcanzado en la actividad de reforestación; le sigue en orden descendente los bosques naturales con 18,5 ha, los cuales están bien representados en cuanto a superficie, restando un área pequeña aun deforestada (0,25 ha), en tanto la superficie dedicada a la agricultura se encuentra en una cifra algo superior a lo permisible con 2,5 ha por finca.

TABLA 2
Estadística descriptiva aplicada al componente forestal

<i>Variable</i>	<i>Media (ha)</i>	<i>D.E</i>	<i>Var. (n - 1)</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>
Bosque natural	18,53	22,35	499,7	120,67	0,00	45,00
Plant. < 3 años	1,15	2,30	5,29	200,0	0,00	4,60
Plant. establecida	25,63	21,18	448,47	82,64	6,00	53,60
Sup. deforestada	0,25	0,50	0,25	200,00	0,00	1,00
Inforestal	1,33	1,01	1,02	76,32	0,50	2,80
Sup. agrícola	2,5	2,97	8,81	116,40	1,00	7,00

Dimensión agroforestal. Aunque estas actividades están presentes en todas las fincas, se observan deficiencias, ya que las especies de cultivos, animales y frutales están pobremente representadas, tanto en variedad como cantidad, y se incumple con un principio fundamental que marca la diferencia con el resto de las formas organizativas de la actividad forestal.

Un componente importante de los sistemas agroforestales, los frutales, tampoco alcanzan un desarrollo favorable, ni en especies ni en la cantidad requerida (*Fig. 2*), exhibiendo su mejor comportamiento en la finca Los Mangos con tres especies, mientras que el resto de las fincas poseen solo dos especies frutales como promedio y con muy pocas plantas. Al respecto, en otras regiones del país esta actividad ha tenido amplio desarrollo, como la finca 19 de Mayo, en Jaguaní, provincia de Granma, donde se estableció un área de 1,5 ha, de *P. guajava* (guayaba) y que en 2008 se obtuvo una producción de 2,3 t/ha [Sosa *et al.*, 2009].

Diversidad florística arbórea de las FFI estudiadas. Con vistas a caracterizar el grado de diversidad florística alcanzado mediante los trabajos de reforestación y conservación en las Fincas Forestales Integrales, se realizó un estudio de diversidad funcional, la cual evalúa la riqueza de los caracteres distintivos y su interrelación en un área determinada [González *et al.*, 2010]. Se observa que los valores más elevados del Índice de Shannon (H) corresponden a las fincas La Sierra y La Presa, que muestran una mayor riqueza de especies, y el sistema se clasifica como medianamente diverso (*Tabla 3*), ya que oscila entre 1,5-3,5, según Oyata y Sánchez (2005). En el caso de la finca Corojalito, el Índice (H) se interpreta como poco diverso, mientras en Los Mangos clasifica como el de más baja diversidad, ya que presenta menor riqueza de taxones, aunque registra el Índice de Simpson (D) más elevado, lo que significa que el sistema está dominado por solo seis especies forestales. En cambio, en La Presa y La Sierra los sitios no se destacan por dominancia de ninguna especie de acuerdo con el Índice de Simpson.

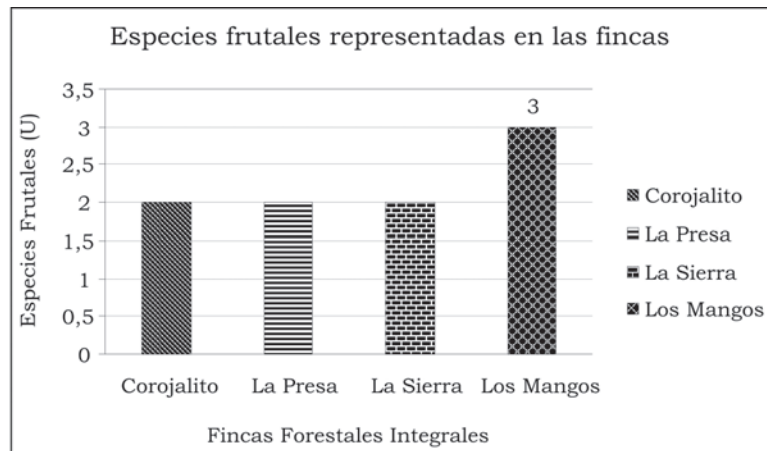


Figura 2. Especies frutales presentes en las diferentes fincas forestales.

TABLA 3
Resultados del análisis de diversidad florística

Índices	Fincas Forestales Integrales			
	Corojalito	La Presa	La Sierra	Los Mangos
Shannon (H)	1,01	2,22	2,02	0,53
Simpson (D)	0,34	0,13	0,16	0,66

En ese sentido, Casanova (2009) encontró resultados similares con altos Índices de Shannon en algunas exhibiciones del Parque Zoológico Nacional de Cuba. Se observó que las especies de mayor presencia proporcional son *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* B.& G. (pino macho) y *Calophyllum antillanum* Briton (ocu-je), que alcanzan un indicador del 75 %, y son comunes en tres sitios, lo que refleja que están mejor adaptadas a las condiciones locales, si bien la primera es introducida en la localidad y la segunda es natural del bosque nativo.

El estudio revela que las fincas La Sierra y La Presa presentan 21 y 11 especies, respectivamente, siendo las de mayor riqueza florística, clasificando en el rango de medianamente presente a presente. En el caso de Los Mangos, aunque cuenta con baja diversidad florística, las especies están en un rango de presente a medianamente.

Análisis sobre la tendencia de la sostenibilidad de las FFI evaluadas

Dado el principio de integralidad de las fincas forestales, para lograr un desempeño adecuado, se requiere de un desarrollo equilibrado entre la actividad productiva (forestal y agroforestal) y los aspectos sociales o condiciones de vida

del finquero y su familia, que contribuyan a la seguridad alimentaria y mejora de la calidad de vida de estos sin afectar el ecosistema.

Según Prescott-Allen (1997) y Cué (2008), la tendencia de la sostenibilidad alcanzada (Fig. 3) clasifica como casi insostenible en la finca Corojalito, ya que alcanza un puntaje inferior a 4. En el rango de sostenibilidad intermedio se sitúa la finca Los Mangos con puntaje entre 4 y 6; y se distinguen con la mejor calificación la finca La Presa, que muestra una tendencia considerada casi sostenible con 6,57 de calificación.

En la dimensión técnico-productiva se aprecia un buen comportamiento del indicador cobertura forestal, el cual está próximo al umbral de sostenibilidad, debido a que se ha logrado la reforestación casi total en las cuatro fincas, con impactos positivos sobre el medio ambiente (bienestar del ecosistema), si se tiene en cuenta que hace solo diez años dos fincas (Corojalito y Los Mangos) estaban deforestadas; sin embargo, en estas dos fincas la diversidad de especies forestales es baja, ya que está por debajo de siete; en la finca La Presa alcanza valores superiores a 11, en tanto La Sierra presenta mejor situación al disponer de un bosque natural y poseer más de veinte especies diferentes.



Figura 3. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en las FFI.

El bienestar humano, conformado por el indicador social (vivienda, electricidad, servicio de salud, educación y salario) no ha tenido buen comportamiento (Fig. 3), siendo más acentuada esta deficiencia en la finca La Sierra, donde solo alcanza un puntaje de 4, ya que no dispone de vivienda y no se alcanzan condiciones adecuadas de vida; los ingresos económicos han sido bajos, en tanto no se ha logrado obtener niveles productivos satisfactorios en las áreas de autoabastecimiento debido a una pobre diversidad de cultivos (menor de cuatro) en las fincas Corojalito y El Mango; escasa presencia de especies frutales, inferior a seis especies en todas las fincas; reducido número de clase de animales con menos de cuatro en La Sierra, Corojalito y La Presa, y una mayor diversidad de animales en la finca El Mango.

Finalmente, en el gráfico se aprecia una disminución de los PFNM en las fincas Corojalito y Los Mangos, y una situación más favorable en La Sierra y La Presa, con índices superiores a ocho, debido al aprovechamiento de estos productos.

Iniciativas técnicas, económicas y organizativas

Si bien la gestión de las fincas en la UEBA Bahía Honda es de alta prioridad y una extensa área de su patrimonio se encuentra bajo la forma organizativa de FFI (>10 %), las mismas están lejos de alcanzar el potencial productivo que poseen. Entre las debilidades que actualmente se han identificado están la falta de condiciones adecuadas de vida de los finqueros, escasa diversidad de especies forestales y frutales; pobre

diversidad de cultivos agrícolas, carga animal por debajo del potencial entre otras.

Acciones para mejorar los indicadores sociales. Se prevén acciones relacionadas con la vivienda de las fincas, en un caso su construcción (finca La Sierra) y la reparación (finca Corojalito); mejorar el sistema de pago a los finqueros y fortalecer el sistema de capacitación y extensión, entre otras.

Acciones para mejorar indicadores técnico-productivos. Acometer la elaboración de los planes de manejo simplificado por cada finca, incrementar la presencia de especies forestales nativas en los programas de reforestación del municipio, sistematizar la aplicación de tratamientos silvícolas en los bosques naturales y revitalizar el aprovechamiento de los productos PFNM.

Acciones para mejorar indicadores agroforestales. Se proyecta Incrementar la diversidad y permanencia de los cultivos en áreas de autoconsumo; lograr una mayor incorporación en variedad y cantidad de los frutales; aplicar prácticas agroecológicas en áreas de autoabastecimiento, así como potenciar la cría de ganado menor y la producción de alimentos, entre otras acciones a desarrollar.

CONCLUSIONES

- EL diagnóstico y caracterización de los indicadores evaluados revelan los factores que limitan el desempeño adecuado y eficiente en el funcionamiento de las fincas estudiadas. En la dimensión social se identificaron seis deficiencias, en la técnico-productiva ocho y en la agroforestal se encontraron cuatro.

- La tendencia de la sostenibilidad alcanzada fue de casi insostenible en la finca Corojalito, ya que alcanza un puntaje inferior a 4, mientras que en el rango de sostenibilidad intermedio se sitúa la finca Los Mangos, con puntaje entre 4 y 6, en tanto la mejor calificación la alcanza la finca La Presa, que muestra una tendencia considerada casi sostenible con 6,6 de puntuación.
- El Índice de Shannon evaluado de las fincas La Presa y La Sierra considera el sistema como medianamente diverso, ya que presentan 11 y 21 especies respectivamente, y clasifican como las de mayor riqueza florística, lo cual implica una mayor capacidad de adaptación al entorno con respecto a las fincas Corojalito y los Mangos, que presentan menor diversidad.
- La valoración de la tendencia de la sostenibilidad permitió identificar los indicadores deprimidos, tanto los relacionados con el bienestar humano como con el bienestar del ecosistema, y fue la base para elaborar el plan de acción, para lo cual se recomiendan cinco medidas sobre la dimensión social, ocho medidas sobre la dimensión técnico-productiva y cuatro para mejorar la dimensión agroforestal.
- Las fincas estudiadas están distantes de lograr la sostenibilidad socioeconómica requerida, por lo que se propone implementar actividades que generen producciones complementarias que reporten ingresos adicionales, con ello lograr estabilidad de la fuerza laboral y fortalecer el sentido de pertenencia de los finqueros.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, N. 2012. La finca agroecológica familiar como modelo productivo. Puerto Rico. Disponible en (<http://www.pragroecologico.org/2012/03/la-finca-agroecologica-familiar-como.html>) [Consultado 19/12/2013]

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Efraín Calzadilla Zaldivar

Ingeniero Forestal, Máster en Ciencias Forestales, investigador auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, se ha desempeñado por más de cuarenta años como especialista en Suelos y Sistemas Agroforestales, con énfasis en Técnicas Silvopastoriles. Ha publicado numerosos artículos, folletos y libros relacionados con los Suelos Forestales y Sistemas Agroforestales. Ha impartido docencia tanto a nacionales como extranjeros. Recibió Premio Organismo con los Sistemas Agroforestales y en Fórum Municipales y Provinciales. Cumplió misiones técnicas en la República de Angola y la República de Haití. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

CASANOVA, A. 2009. Diversidad, uso y conservación de especies arbóreas en las exhibiciones del Parque Zoológico Nacional de Cuba en el contexto urbanístico. 56 p. Tesis (en Opción al Título de Máster en la Agricultura Urbana). Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical.

FERNÁNDEZ, P., BU WONG, A. 2010. Las pequeñas fincas ¿Un modelo viable para enfrentar los retos planteados a la agricultura cubana? Estudio de caso: Empresa de Cultivos Varios Habana. Biblioteca ACTAF. La Habana. Editorial ACTAF-CARE-ACDI. 59 p

FERNÁNDEZ, M. 2013. FAO: Erradicar el hambre. Grandes retos en materia alimentaria. Entrevista realizada a Theodor Friedrich. Periódico Orbe. Seminario Internacional de Prensa Latina. Año XV, No. 2. Semana del 8 -14 de junio. La Habana. p. 3.

GRUPO EMPRESARIAL DE AGRICULTURA DE MONTAÑA (GEAM), Ministerio de la Agricultura. 2007. Proyecto de organización y desarrollo de la economía, periodo 2004 – 2014. Empresa Forestal Integral Bahía Honda. Provincia Pinar del Río. 50 p

GONZÁLEZ, E., MUÑOZ, E., MORALES, C. 2010. Caracterización de la Diversidad Funcional en la Finca La Eulalia. Revista Agricultura Orgánica (CU) 16 (1): ISSN 1028 – 2110

HART, D. R. 1985. Conceptos Básicos de Agro-ecosistemas. Costa Rica. Editorial CATIE. 158 p.

INSTITUTO FORESTAL DE OXFORD (IFO) Y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 2003. Árboles de Centroamérica, un manual para extensionistas. Costa Rica. 1077 p.

INFOSTAT. 2008. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

INSTITUTO DE SUELOS, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1999. Una versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. AGRINFOR.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1998. Principios Básicos Para las Fincas Estatales. Resolución No. 960/1998. Documento Interno. Ministerio de la Agricultura. 6 p

OTAYA Y SÁNCHEZ. 2005. Aplicación de los Sistemas de Información Geográficas (SIG) en la Silvicultura Urbana. Caso municipio de Envigado. 89 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Dpto. Ciencias Agropecuarias. Colombia.

PALENZUELA, L., CALZADILLA, E., BARAHONA, G. 2007. Metodología simplificada para la elaboración de los planes de manejo en Bosques naturales y plantaciones. Ponencia. Programa Científico/Resúmenes. IV Congreso Forestal, La Habana, Cuba.

PRESCOTT-ALLEN, R. 1997. Scientific Committee On problems of the Environment (SCOPE): Box Barometer of Sustainability. <http://www.icsu-scope.org/downloadpubss/scope58/bos2j.html> [Consultado 5/06/2013].

SOSA, A., YERO, L., MOLINA, Y. 2009. Resultados agroecológicos en la finca forestal integral 19 de Mayo. Revista Agricultura Orgánica (CU) 15 (3): 28-29

DIAGNÓSTICO DEL ARBOLADO URBANO EN LA CIRCUNSCRIPCIÓN 71, MUNICIPIO DE PLAZA DE LA REVOLUCIÓN, LA HABANA, CUBA

URBAN DIAGNOSIS OF THE TREE-LINED ONE IN CIRCUNSCRIPCIÓN 71, MUNICIPALITY PLAZA DE LA REVOLUCIÓN, HAVANA, CUBA

M. Sc. Marta M. Jiménez-Águila, Dra. Katia Manzanares-Ayala y Dra. Margarita Mesa- Izquierdo

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa,
La Habana, Cuba, telef. 208 2554-208 4935, fax 208 2189, mjimenez@forestales.co.cu

RESUMEN

La principal función del arbolado urbano es la rehabilitación del ambiente para brindar mejores servicios, de ahí que deba existir un manejo adecuado, priorizando la relación árbol-vecino, sin relegar el control, cuidado y mantenimiento por parte de las autoridades locales. El objetivo del trabajo es evaluar el estado del arbolado urbano en las calles principales de la Circunscripción 71, municipio de Plaza de la Revolución, La Habana, para revelar las necesidades de intervención, a fin de aumentar la calidad de vida de los residentes. El barrido censal efectuado a los árboles en un kilómetro durante dos inventarios consecutivos (2008 y 2012) mostró una disminución de número de individuos de 182 a 154. Los Índices de Shannon (H) y Simpson (D) determinaron que el sistema urbano presenta una diversidad media y ninguna especie arbórea resulta dominante. Se reconocieron 19 especies arbóreas distribuidas en 10 familias botánicas y 18 géneros, con cinco especies nativas y 14 exóticas, lo que representa un 26,31 y 73,68 %, respectivamente. Se hace necesario establecer árboles nativos multipropósitos que enriquezcan los espacios públicos, periféricos e interiores. El análisis de clúster para cada grupo de calles evaluadas permitió elaborar un plan de medidas que contrarreste los factores negativos antrópicos y permita el mejoramiento ambiental.

Palabras claves: arbolado urbano, diagnóstico, rehabilitación, circunscripción.

INTRODUCCIÓN

Los árboles contribuyen en medida considerable al atractivo estético de las ciudades, ayudando

ABSTRACT

The urban main function of the tree-lined one, is the rehabilitation of the environment to offer better services, hence an appropriate handling should exist prioritizing the relationship tree-neighbor, without relegating the control, care and maintenance on the part of the local authorities. The objective of the work is to evaluate the urban state of the tree-lined one in the main streets of the District 71, municipality Square, Havana to reveal the intervention necessities, in order to increase the quality of the residents' life. The sweeping censal made to the trees in a kilometer during two serial (2008 and 2012) inventories showed a decrease of individuals' number from 182 to 154. The indexes of Shannon (H) and Simpson (D) determined that the urban system presents half diversity and no arboreal species is dominant. 19 arboreal species were recognized distributed in 10 botanical families and 18 goods, with 5 native species and 14 exotic, what represents a 26,31 and 73, 68 % respectively. It becomes necessary native multipurpose trees that enrich the public spaces, outlying and interiors spaces. The cluster analysis for each group of evaluated streets allowed elaborating a plan of measures that counteracts the factors negative humans and allowing the environmental improvement.

Key words: Tree-lined urban, diagnosis.

de tal modo a mantener la salud mental de sus habitantes. La arborización de las ciudades y las

áreas cercanas a estas es un tema que preocupa cada día más a la sociedad moderna. Con ello se desea mejorar la calidad de vida del hombre, tanto física como mental, atenuando el calor, absorbiendo el ruido, como filtro eficiente de polvo y ayudando a embellecer las áreas que no son ocupadas por las edificaciones. Por tanto, se trata de utilizar especies en los lugares adecuados, preservando los importantes servicios públicos imprescindibles para el hombre, lo que favorece la conservación y mejor utilización de los recursos naturales.

Los inventarios de los árboles urbanos en cualquier ciudad arroja información muy valiosa de cuantas especies e individuos existen en cada una de las zonas determinadas, pero también sobre su condición y necesidades de mantenimientos de manera individual. De esta forma se generan lineamientos y consideraciones en el manejo y cuidado de las áreas verdes que permiten elaborar un plan rector de plantaciones requeridas de acuerdo con una debida planeación [Zamudio, 2001].

La proyección y protección de los árboles como parte de las estrategias urbanísticas territoriales son vistas en Cuba, en el Programa Especial de Reforestación Mi Programa Verde de la capital, programa pionero donde todavía existen muchos caminos por recorrer, ya que el árbol urbano necesita de mucha protección, cuidado y recursos financieros para lograr su objetivo [Sierra, 2013].

En la actualidad se observa un creciente deterioro del arbolado urbano generalizado en varias ciudades del mundo, problema local, visualizado en áreas residenciales, ocasionado por el maltrato de los vecinos hacia el árbol o falta de gestión municipal. El nuevo concepto de *verdecimiento urbano* incluye la planificación y manejo de árboles, bosques y otros tipos de vegetación para crear o agregar valores a la comunidad local en una zona urbana [FAO, 2012].

Esta situación ha proporcionado que se realicen podas de limpieza o formación, las que sin una adecuada programación, en realidad se convierten en prácticas de mutilación y se presentan como una plantación de especies desordenada; en muchos casos se deriva en la percepción del árbol por parte del residente como un elemento al que debe enfrentarse, sin advertir los bene-

ficios que le aporta al medio. Estos espacios públicos y semipúblicos reiteran sitios donde mueren en forma indiferente ejemplares jóvenes y adultos por falta de mantenimiento o talas que luego no se reponen y se transforman de escenarios verdes a carentes de vegetación.

El principal desafío consiste en dar a los árboles y a los bosques un lugar prioritario en el desarrollo urbano. Toda clase de ciudadano debe saber apreciar el arbolado, ya que constituyen espacios verdes para la recreación, embellecen la ciudad y contribuyen a la subsistencia de las personas y al bienestar del conjunto de la sociedad [FAO, 2000].

El objetivo del trabajo es evaluar el estado del arbolado de alineación urbano en un conjunto de calles principales de la Circunscripción 71 en el municipio Plaza de la Revolución, La Habana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron varios recorridos de observación e interpretación a lo largo de 10 cuadras que identificaron 20 unidades de muestreo (parterres) de forma aleatoria, donde se valoró la presencia del arbolado en los espacios públicos de la circunscripción.

Inventario del arbolado establecido en los espacios públicos urbanos (parterres)

Se realizó un conteo de los árboles de alineación existentes en los parterres de ambas aceras de las calles San Pedro y San Pedro 2, Hidalgo, Lombillo y Lombillo 2, Panorama, Marino, Estancia y Carlos Manuel de Céspedes, con el fin de explorar la biomasa arbórea presente en las zonas más transitadas y densamente pobladas. El levantamiento se realizó en dos períodos, 2008 y 2012, unido a dos mediciones de diámetro a la altura del pecho con el empleo de cinta métrica.

En el período de 2012 se determinó el área basimétrica o basal de todos los árboles, la que considera la superficie en metros cuadrados del corte transversal del árbol a la altura del pecho, es decir, a 1,30 m [Geilfus, 2013]. Se aplicó la fórmula del área del círculo, expresada como:

$$A = (\pi/4) d^2 \quad (1)$$

donde:

A: Área basimétrica

D : Diámetro a 1,30 m

Π : Constante igual a 3,14

Se tomaron muestras de material botánico del arbolado inventariado y se contrastaron con las muestras presentes en el Herbario del INAF para la identificación de las variables taxonómicas: familia, género, nombre científico y origen [Velázquez *et al.*, 2012].

Índices de diversidad

Para caracterizar la estructura horizontal del arbolado urbano mediante la estimación de los índices de diversidad se aplicó en los dos periodos del inventario (2008 y 2012), en 40 unidades de muestreo, el Índice de Shannon (H) y de Simpson (D) (fórmulas 2 y 3), en los árboles en alineación establecidos en la trayectoria total del recorrido [Zamudio, 2001].

Índice de Shannon (H): determina la diversidad de las poblaciones de un área. Se calculó mediante la ecuación [2]

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i) \quad (2)$$

donde:

H : Número de especies presentes

p_i : Proporción de las especies $p_i = n_i / N$

n_i : Número de individuos de la especie i

N : Número total de individuos

Índice de Simpson (D): Es una medida de la dominancia con valor máximo de 1. Se calcula con la ecuación [3]:

$$D = \sum \frac{[n(n-1)]}{[N(N-1)]} \quad (3)$$

donde:

n : Número de individuos en la i -ésima especie

N : Número total de individuos

Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

Se evaluó la determinación de los valores de densidad, dominancia y frecuencia relativa de cada especie en el inventario 2012, mediante las fórmulas 4, 5 y 6.

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos de todas las especie}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal total de todas las especies}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{No. unidades de muestreo en las que ocurre una especie}}{\text{No. total de ocurrencia de todas las especies}} \times 100 \quad (6)$$

El IVIE de las especies [Keels *et al.*, 1997], citado por Melgarejo (2009), se obtuvo mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal para especies arbóreas por segmentos o calles principales: San Pedro, Hidalgo, Estancia y Lombillo.

Se realizó un análisis de conglomerados jerárquico para el agrupamiento de las calles según el número de individuos presentes, utilizándose el paquete estadístico SPSS versión 18 (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planificación sistemática del ordenamiento urbano es difícil sin información segura sobre el

número de árboles existentes, su composición, edad, especies presentes y estado sanitario. La importancia de realizar el inventario de los árboles urbanos y su actualización constituye una herramienta de la silvicultura urbana [Carter, 1996].

En la unidad de estudio Circunscripción 71 se realizó el barrido censal que cubrió 1231 m lineales, donde se manifestó una ligera disminución del arbolado de los posibles a existir. Se reconocieron 19 especies distribuidas en 10 familias botánicas y 18 géneros, con cinco especies nativas y 14 exóticas, lo que representa un 26,31 % y 73,68 %, respectivamente.

TABLA 1
Variables taxonómicas y origen de las especies, 2012

Familias botánicas		Géneros	No. de especies	Origen	
				Nativa	Exótica
1	Aracaceae	<i>Cocus, Cocotrinax Roystonea y Vietchia</i>	4	2	2
2	Bignonaceae	<i>Spathodea y Tabebuia</i>	2	0	2
3	Caesalpinaceae	<i>Delonix y Peltophorum</i>	3	0	3
4	Clusiaceae	<i>Callophyllum</i>	1	1	0
5	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	1	0	1
6	Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	1	1	0
7	Meliaceae	<i>Azadirach</i>	1	0	1
8	Mimosaceae	<i>Leucaena, Albizia y Bauhinia</i>	3	0	3
9	Moraceae	<i>Schefflera y Ficus</i>	2	0	2
10	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>	1	1	0
Totales		18	19	5	14

Sobre este aspecto, López (1993), citado por Zamudio (2001), refiere, que en áreas evaluadas en Xalapa, México, el mayor porcentaje de especies cultivadas en parques y jardines del área públicas son exóticas, con una representación del 60 %, mientras que las nativas se manifiestan al 40 %.

Inventario de los árboles en alineación

Se observa una acentuada disminución en el número de individuos de las especies *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (roble) y *Podocarpus angustifolius* Griseb. (podocarpus), y menos evidente en *Callophyllum antillanun*. Britt (ocuje), *Hibiscus elatus* (Sw.) (majagua), lo cual resulta beneficioso, dado que son las únicas especies nativas de la cuadra (Fig 1). Por otra parte, en la calle Hidalgo se observa un ligero incremento en las especies *Hibiscus elatus* (Sw.) (majagua), *Peltophorum ferrugineum* Benth (framboyán amarillo) y *Callophyllum antillanun* Britt (ocuje), así como un decrecimiento en la especie *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (roble) (Fig. 2).

folius Griseb. (podocarpus), y menos evidente en *Callophyllum antillanun*. Britt (ocuje), *Hibiscus elatus* (Sw.) (majagua), lo cual resulta beneficioso, dado que son las únicas especies nativas de la cuadra (Fig 1). Por otra parte, en la calle Hidalgo se observa un ligero incremento en las especies *Hibiscus elatus* (Sw.) (majagua), *Peltophorum ferrugineum* Benth (framboyán amarillo) y *Callophyllum antillanun* Britt (ocuje), así como un decrecimiento en la especie *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (roble) (Fig. 2).

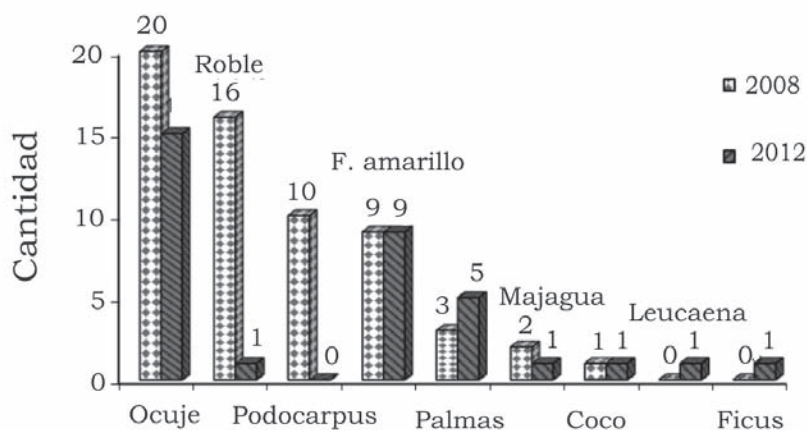


Figura 1. Comportamiento de los árboles en la calle San Pedro.

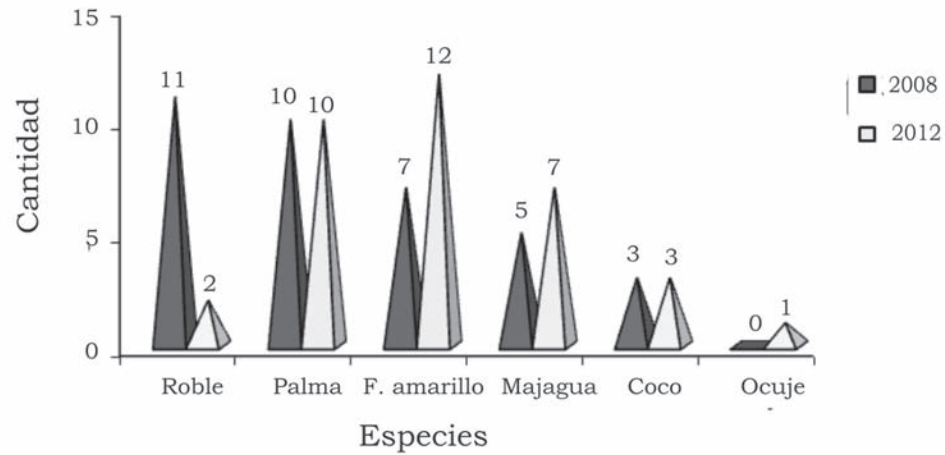


Figura 2. Comportamiento de los árboles en la calle Hidalgo.

Un censo realizado en la ciudad de La Habana por el Servicio Estatal Forestal (SEF) en 2000 reportó que el Consejo Popular Plaza contaba con una existencia de 467 000 árboles, lo que representaba un índice de boscosidad del 4,1 %, y para el municipio de Plaza de la Revolución un 20,43 %; sin embargo, debido a la presencia de los daños causados principalmente por podas irracionales se manifiestan perturbaciones que afectan la riqueza arbórea [SEF, 1999].

y para el municipio de Plaza de la Revolución un 20,43 %; sin embargo, debido a la presencia de los daños causados principalmente por podas irracionales se manifiestan perturbaciones que afectan la riqueza arbórea [SEF, 1999].

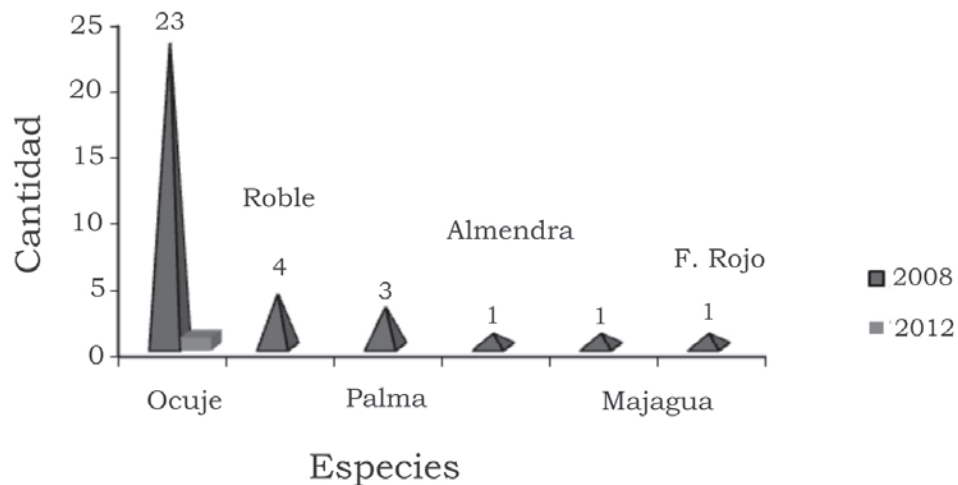


Figura 3. Comportamiento de los árboles en la calle Estancia.

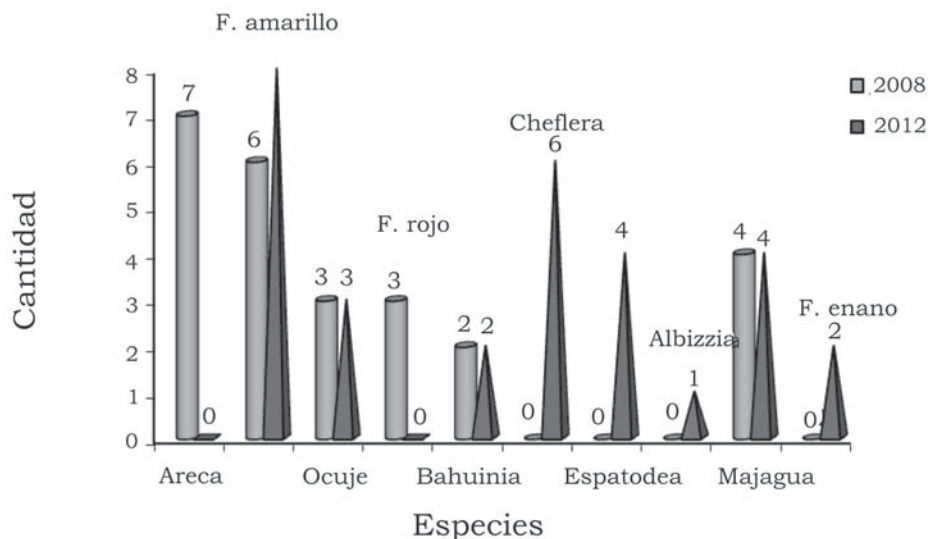


Figura 4. Comportamiento de los árboles en la calle Lombillo.

Se muestra que la especie *Calophyllum antillanum* Britt (ocuje) de mayor presencia descendió de forma alarmante con representación de cuatro individuos en 2012 (Fig. 3). Así mismo, la especie *Terminalia catappa* L. N.V. (almendro de la India), presente en el censo de 2008, se perdió posteriormente, lo que constituye una ausencia importante para el arbolado urbano de la zona. La necesidad de árboles en esta calle es esencial debido a la existencia de una fábrica de áridos, la cual genera sustancias contaminantes como el polvo.

En la calle Lombillo se ha observado la incorporación de nuevas especies arbóreas ubicadas en la fachada de edificaciones como el hotel Tulipán, las que se les realizan mantenimiento y cuidado periódicos para evitar que el desarrollo de las raíces y ramas que dañen el pavimento y el crecimiento futuro del árbol. De 32 árboles en total con que contaba el primer inventario (2008), en la actualidad (2012) se cuentan 37, lo que indica un ligero aumento en el número de individuos (Fig. 4), pero por el estado de madurez de los árboles se muestra una tendencia a la disminución. Del análisis anterior se puede comprobar que la realización del inventario forestal brinda una buena e importante información para la silvicultura urbana. Además, en la calle Lombillo no está presente el tendido eléctrico, por lo que el área admite un potencial de árboles posibles a plantar que no causarían problemas, ni afectación, y se ocuparían los

espacios vacíos existentes con diversas especies multipropósitos para diferentes usos. Ota y Sánchez (2005) plantean que los edificios, el pavimento, la ausencia de árboles y la actividad industrial son los causantes de que las zonas urbanas tengan mayores niveles de temperatura, contaminación por polvo y ruidos, por lo que es necesario en diferentes diseños que se establezcan y distribuyan seto vivos, cercas de lindero entre los edificios y como ornamental. En las calles Panorama y Marino el estado del arbolado está caracterizado por la poca presencia de árboles; solo aparecen frutales como *Cocos nucifera* L (coco) en parterre y *Azadirachta indica* L. (nim), especies multipropósitos de obligatorio establecimiento para el saneamiento ambiental. En Carlos Manuel de Céspedes está presente *Hibiscus elatus* (Sw.) (majagua), dañada por agentes antrópicos.

El inventario del arbolado realizado en la Circunscripción 71 refleja que existen espacios por reforestar, aunque ya algunas áreas dentro del municipio de Plaza de la Revolución reciben incipientes acciones de ordenamiento arbóreo [Jiménez, 2009].

La realización de tareas de ordenamiento arboricultural a solicitud, según Miller (1998), representa una pauta útil para los países en desarrollo donde esta disciplina es incipiente o está adquiriendo cierta importancia. En este

sentido la Dirección Nacional Forestal recientemente acomete un programa de ordenamiento que permitirá conocer el estado del arbolado y su reposición a corto, mediano y largo plazo para el municipio [Sierra, 2013].

El resultado de los inventarios realizados en 2008 y 2012 manifiesta una ligera tendencia a la disminución del arbolado público donde el número total de individuos físico descendió de 182 a 154 (*Tabla 2*).

TABLA 2
Alineación de los árboles por locaciones en cuatro años

No.	Locaciones	2008 (antes)		2012 (después)	
	Unidad de muestreo	No. de árboles	Área basal/m ²	No. de árboles	Área basal/m ²
C.1	San Pedro 1 y 2	62	4,19	47	3,1842
C.2	Hidalgo	36	4,04	35	3,9344
C.3	Estancia	33	1,19	12	0,4335
C.4	Lombillo 1 y 2	32	1,90	37	2,1977
C.5	Panorama	1	0,2449	2	0,4898
C.6	Marino	13	0,9015	13	0,9962
C.7	C. M. de Céspedes	5	0,246	8	0,3936
C.8	Lombillo 3	0	0	0	0,0000
Total	10	182	12,7134	154	11,6294

El mayor número de individuos están representados en las calles San Pedro, Hidalgo y Lombillo en el inventario 2012, y en el resto se necesita un mayor enriquecimiento del arbolado, especialmente Lombillo 3 (*Tabla 2*). Por otra parte, Vera (2012) plantea que el área basimétrica es una medida de la masa forestal que permite determinar la superficie que ocupa un determinado grupo de árboles sobre el suelo en el que se encuentra.

Diversidad urbana

La determinación de estimar los índices de diversidad para los árboles evaluados en los periodos 2008 y 2012 se aprecia en la *Tabla 3*, y brinda información organizada de los distintos agentes del sistema urbano [Rueda *et al.*, 2012].

TABLA 3
Diversidad de especies en el espacio público en dos periodos

Índice	2008	2012
Shannon (H)	2,90	2,24
Simpson (D)	0,13	0,12

El Índice Shannon (H) permitió identificar la diversidad y mixticidad de usos y funciones

urbanas y en algunos casos la madurez de un territorio, lo que concuerda con Rueda *et al.* (2012). Por otra parte, Zamudio (2001) define H como la abundancia o riqueza arbórea en un sitio, mientras D muestra el comportamiento de la dominancia según barrido censal. En el área estudiada, como se señala en la *Tabla 3*, ambos índices (H) y (D) obtenidos en la evaluación expresan una ligera disminución entre los dos periodos evaluados, y la diversidad descendió debido a la pérdida de especies por agentes antrópicos, vandalismo, fenómenos meteorológicos y la baja conciencia pública.

El valor en el Índice de Shannon (H) encontrado significa que el ecosistema es medianamente diverso, ya que oscila entre 1,5-3,5 [Ota y Sánchez, 2005]. Para el Índice de Simpson (D) de valor máximo 1, los valores obtenidos son muy bajos para los dos momentos evaluados (0,13 y 0,12), lo que significa que el sistema es diverso (observado en la *Tabla 3*). Zamudio (2012) expresa lo contrario, ya que en un inventario realizado en la ciudad de León, México, encontró un Índice de Simpson (D) cercano a 1 (0,86 y 0,87) en el primer y segundo inventario, respectivamente, y cataloga el sistema con tendencia a una baja diversidad biológica.

En la calle San Pedro se observa que *Callophylum antillanum* Britt y *Veitchia merrillii* Becc presentan el indicador más elevado, y en segundo lugar lo ocupan *Peltophorum ferrugineum* Benth.

TABLA 4
Importancia ecológica de especies arbóreas en los espacios públicos de la Circunscripción 71

Vías principales de la unidad ambiental									
Calle San Pedro					Calle Hidalgo				
Especies	Índice (%)			IVIE	Especies	Índice (%)			IVIE
	AR	DR	FR			AR	DR	FR	
Ocuje	31,91	2,50	20,0	54,41	Majagua	20,0	4,96	22,2	47,18
Palmitas	36,17	0,35	20,0	56,52	Framboyán amarillo	34,29	4,38	22,2	60,89
Framboyán amarillo	19,14	5,71	10,0	34,85					
Calle Lombillo					Calle Estancia				
Especies	Índice (%)			IVIE	Especies	Índice (%)			IVIE
	AR	DR	FR			AR	DR	FR	
Framboyán amarillo	21,62	6,37	7,14	35,13	Ocuje	30,77	10,99	16,66	58,42
					Roble	23,08	7,36	16,66	47,10

En la calle Hidalgo, *Peltophorum ferrugineum* Benth alcanzó el mayor valor, y en segundo *Hibiscus elatus* (Sw.). En la Estancia se repite *Callophylum antillanum* Britt con el mayor índice, mientras que en Lombillo se destaca *Peltophorum ferrugineum* Benth (Tabla 4). Estas especies son las de mayor valor del Índice de Importancia Ecológica presentes en el área estudiada.

En cuanto al resultado del análisis de conglomerados, permitió la asociación florística

en cuatro grupos. El primero formado por una sola calle, San Pedro, y el tercero por Lombillo; el segundo conjunto integrado por dos calles, Hidalgo y Estancia; el cuarto constituido por las calles San Pedro 2, Lombillo 2, Panorama, Marino y Carlos Manuel de Céspedes, más extenso, lo que deriva una valoración puntual de cada sitio para las propuestas de intervención y mejoramiento ambiental (Fig. 5).

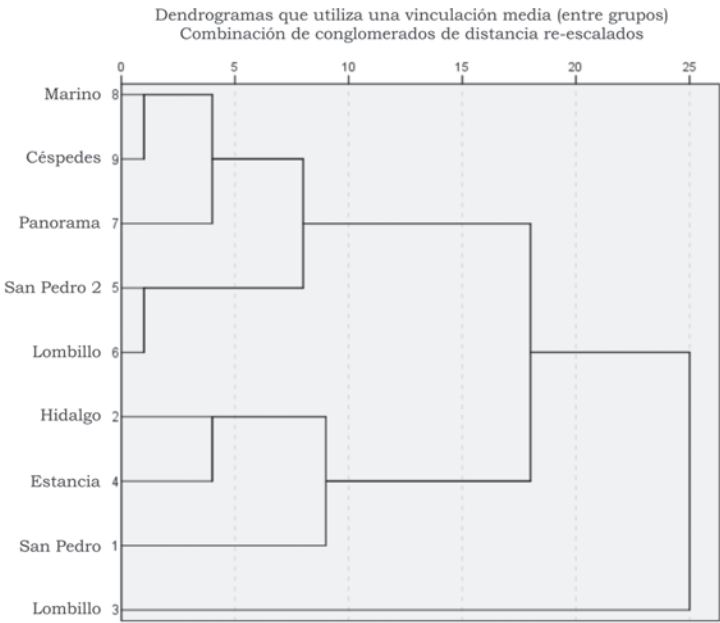


Figura 5. Dendrograma de agrupamiento de calles muestreadas por grupo de especies en los parterres.

CONCLUSIONES

- El barrido censal del arbolado arrojó la existencia de 10 familias, 18 géneros representadas por 19 especies, de ellas cinco nativas y 14 introducidas. La transformación de la diversidad florística del paisaje urbano en el período de cuatro años fue discreta, ya que en el inventario de 2008 se registraron 182 individuos y en 2012 decreció a 154.
- Las especies de mayor abundancia relativa encontrada en el período 2012 fueron *Callophyllum antillanum* Britt (ocuje), *Peltophorum ferrugineum* Benth (framboyán amarillo), *Hibiscus elatus* (Sw.), (majagua), *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (roble) y *Vietchia merrillii* Becc (palmitas).
- El paisaje urbano estudiado en la Circunscripción 71 es catalogado, según el Índice de Shannon (H), como medianamente diverso, lo que contribuye a ser más resistente a las perturbaciones externas.

BIBLIOGRAFÍA

- CARTER, E. J. 1996. El Potencial de la Silvicultura Urbana en los Países en desarrollo: Conceptos. Dpto. De Montes FAO. Roma. Santiago de Chile. Oficina regional para América Latina y del Caribe. 120 p.
- FAO. 2000. La Agricultura Urbana y Peri-urbana, Seguridad Alimentaria y Nutrición Doméstica Disponible en: <http://www.fao.org/urbanag/Paper1-s.htm> [Consultado 19 / 02/ 2013].
- FAO. 2012 Los bosques y los árboles, mejorar los medios de subsistencia mediante ciudades verdes y saludables. En Alimentos para las ciudades. Servicio de Conservación Forestal. FAO/ Trópico 2012. La Habana. 12 p.
- GEILFUS F. 2013. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Vol.1. Principios y Técnicas. 657 pp. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas (CATIE). PROFESOR, 7170-137, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Área Basal. Wikipedia, la enciclopedia libre. Disponible en: [Http://silvicultor.blogspot.com/2008/11/el-rea-basimetrica.html](http://silvicultor.blogspot.com/2008/11/el-rea-basimetrica.html) [Consultado 18/06/ 2013].
- JIMÉNEZ, A.M. 2009. "Desarrollo de la Silvicultura Urbana en Cuba. Perspectivas". Revista Agricultura Orgánica (CU) 15 (3): 22- 23. ISSN 1028- 2130.
- MILLER, R. W. 1998. «Urban Forestry Planning and Managing Urban Green spaces». Dpto. De Montes FAO. Roma. Santiago de Chile. Oficina Regional para América Latina y del Caribe. 12 p.
- MELGAREJO, P. 2009. Efecto de la antropización sobre la conservación de los bosques semideciduos y pino- encino del parque nacional Viñales. 75 h. Tesis (en opción al título de Ingeniería Forestal). Universidad de Pinar del Río.
- OTAYA, L., SÁNCHEZ, R. 2005. Aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) en la Silvicultura Urbana. Caso municipio Envigado. 89 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal). Dpto. Ciencias Agropecuarias. Colombia.
- RUEDA, R. S., DE CÁCERES, R., CUCHI, A., BRAU, L. 2012. El urbanismo ecológico: su aplicación en el diseño de un ecobarrio en Figueras. Urbanismo ecológico, sostenible, ecología urbana. Departamento de urbanística y ordenación del territorio. Director Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. 304 p. ISBN: 978-84-615-6947-2
- SERVICIO ESTATAL FORESTAL (SEF). 1999. Ley Forestal no. 85. Su reglamento y contravenciones. La Habana. Dirección Nacional Forestal. 93 p.
- SPSS .2009. SPSS Version 18 for Windows. Statistical Package for Social Science.
- SIERRA, R. 2013 La Habana ordena su arbolado. Periódico Tribuna de la Habana (CU). 25 Agosto.
- VERA, R. 2012. Modelización forestal. Evaluación de los modelos forestales. Disponible en [www sites Google/ site simulacion](http://www.sites.google.com/site/simulacion/). [Consultado 18/06/2013].
- ZAMUDIO C. E. 2001. Análisis del comportamiento del arbolado urbano publico durante el periodo de 1995 a 1999 en Ciudad de Linares, Nuevo León. 128 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- VELÁZQUEZ D., GUYAT, M.A., MANZANARES, K., GUERRA, C. 2012. Xiloteca de Maderas Cubanas. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 41 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Marta Marina Jiménez Águila

Ingeniera Forestal, investigadora auxiliar, asistente adjunta, Máster en Ciencia en Gestión de la Agricultura Urbana, posee más de cuarenta años de experiencia en la actividad forestal, y de ellos treinta en la especialidad de Agroforestería y Ordenamiento, Manejo de Cuencas Hidrográficas, Manejo y Preservación de Recursos Naturales. Trabaja y dirige Proyectos de investigación-Desarrollo, con resultados significativos acreditados por instituciones nacionales e internacionales en la aplicación de los Sistemas Agroforestales en Manejo y Conservación de los Suelos Montañosos, Función de Árboles y Arbustos en el Proceso de Desertificación y el Potencial del Árbol en la Agricultura Urbana y Silvicultura Urbana, principalmente en el Diagnóstico e Inventario del Arbolado Urbano. Ha participado en eventos científico-técnicos nacionales e internacionales, en asesorías técnicas en proyecto de colaboración internacional Convenio Cuba-Venezuela, como consultora de la FAO en República Dominicana.

Centro de Documentación José Gómez Ricaño



El Centro de Documentación José Gómez Ricaño, del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, fue creado en 1970 especializado en la rama forestal. Atesora miles de documentos: libros, publicaciones periódicas, folletos, separatas, tesis de grado, informes y obras de referencia del ámbito nacional e internacional.

Su misión es satisfacer las necesidades de información de nuestros usuarios/clientes, orientando y facilitando el acceso al acervo científico y especializado producido en Cuba y en otras partes del mundo.

Brinda servicios y productos informativos de alta calidad, con valor agregado, cuya finalidad fundamental es satisfacer las necesidades informativas a investigadores, especialistas, técnicos, productores, estudiantes y dirigentes del sector silvícola.

Sus servicios abarcan:

- Préstamo interno.
- Préstamo externo.
- Préstamo interbibliotecario.
- Búsqueda de información manual y automatizada.
- Búsqueda a través de internet
- Disseminación selectiva de la información.
- Digitalización de documentos.
- Canje nacional e internacional.
- Exposición de novedades.
- Venta de publicaciones.

Y entre sus productos:

- *Revista Forestal Baracoa* (impresa y electrónica).
- Boletines: Bolforest, Novedades , Boletín Para Directivos.
- Libros, Manuales Técnicos, Plegables, Folletos.

DETERMINACIÓN DEL PODER CALÓRICO DE ESPECIES FORESTALES QUE CRECEN EN CUBA

DETERMINATION OF POWER CALORIC FOREST SPECIES GROWING IN CUBA

M. SC. MARÍA A. GUYAT-DUPUY Y TÈC. VILMA CAPOTE-PÉREZ

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, mguyat@forestales.co.cu

RESUMEN

La importancia de los recursos forestales se ha visto reforzada por la demanda de leña y carbón vegetal, recursos energéticos que se encuentran al alcance de todos. El presente trabajo tiene la finalidad de dar a conocer el poder calórico de especies forestales que crecen en Cuba para el aprovechamiento del recurso leñero como combustible. La metodología seguida fue la determinación del poder calórico mediante una bomba calorimétrica Mod. IKA-Kolorimeter-0400. Se determinó a 40 especies forestales la cantidad total de calor que se libera durante la combustión de la madera. Se observó que las especies de mayores valores fueron *Caeslpina violacea* (Mill.) Standl. con 5683 kcal/kg, seguidas de *Chloroleucon mangense* var. *lanticifolium* (A. Rich) Barneby & J. W. Grimes 5152 kcal/kg, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari 5136 kcal/kg, y *Exothea paniculada* (Juss) Radlk con 5079 kcal/kg, respectivamente. El poder calórico encontrado a las especies *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. 3709 kcal/kg y *Albizia falcataria* con 3301 kcal/kg fueron las más bajas. El resto de las especies se encuentran entre muy buena y buena. Las especies más utilizadas en la producción de carbón vegetal se encuentran en la clasificación de buena.

Palabras claves: especies, madera, energía, poder calórico, leña

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de un sustituto ideal para el petróleo ha sido una actividad que ha aumentado en el mundo, sobre todo en los países que presentan problema de abastecimiento de este energético. En las circunstancias actuales las especies forestales, junto con otros materiales

ABSTRACT

The importance of the forest resources has been reinforced by the firewood demand and charcoal, energy resources that are within reach of all. The present work has the purpose to give to know the caloric power of forest species that they grow in Cuba, for the use of the resource firewood like fuel. The followed methodology was the determination of the caloric power by means of a calorimetric bomb Mod. IKA-Kolorimeter-0400. It was determined to 40 forest species the total quantity of heat that is liberated during the combustion of the wood. It was observed that the species of more securities were *Caeslpina violacea* (Mill) Standl with 5683 kcal/kg, followed by *Chloroleucon mangense* var. *lanticifolium* (A. Rich) Barneby & J. W. Grimes 5152 kcal/kg, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret and Golfari 5136 kcal/kg and *Exothea paniculada* (Juss.) Radlk with 5079 kcal/kg, respectively. The opposing caloric power to the species *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. 3709 kcal/kg and *Albizia falcataria* with 3301 kcal/kg were the lowest, the rest of the species is among very good and good. The most utilized species in the production of charcoal are in the classification of good.

Key word: species, wood, energy, caloric power, firewood

vegetales, han sido consideradas una alternativa energética de gran potencialidad [Girard, 2000] [Curbelo, 2005].

La energía derivada de la madera ocupa una parte destacada en las estrategias relativas a

los recursos energéticos de la mayoría de los países en desarrollo [Soussan, 1993] [Guyat *et al.*, 1998]. Es muy posible que la madera y otros productos forestales demuestren estar entre los materias primas más importantes del futuro por sus excelentes características y propiedades, y a diferencia del petróleo, es un recurso renovable [García *et al.*, 2006].

Los bienes forestales constituyen un recurso potencial altamente aprovechable que de ser utilizados de manera racional pueden contribuir desahogadamente a minorizar la carencia de materias primas energéticas [Pérez, 1989].

Durante muchos años las ventajas socioeconómicas y ambientales de la dendroenergía derivada de los bosques ha sido subestimada. Finalmente la dendroenergía está comenzando a recibir los reconocimientos que merece como un importante beneficio de la actividad forestal, pero aún no se aprecia ni se aplica totalmente en las prácticas y estrategias relacionadas con los bosques y la madera [FAO, 2004] [Schroeler *et al.*, 2009] [OIMT, 2008].

Cuba no escapa de la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energías renovables para garantizar un suministro estable de combustible para la seguridad alimentaria. La biomasa, tales como madera, astillas de madera, pajas, bagazo, cáscara de arroz y otros residuos son fuentes renovables de energía disponible para sustituir a los combustibles fósiles que puedan ser quemados directamente o transformados [Cuerbelo, 2005] [Súarez *et al.*, 2007].

Las preferencias que se tiene en el uso de especies forestales como energético no presentan un patrón general, más bien depende del gusto, disponibilidad y facilidad para poder obtener el material combustible en la zona. El conocimiento empírico del campesino es de gran utilidad, y bajo este se define a las especies en su utilización. Un punto de vista campesino es que «quemamos cualquier leña que podemos recoger del monte; ya no andamos buscando leña, además que seca, cualquier madera se quema» [Pérez, 1989].

El objetivo del estudio es determinar el poder calórico en maderas de 40 especies forestales que crecen en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer el manejo y preferencia por algunas especies dendroenergéticas por la población y entidades estatales se tomaron muestras de la madera en diferentes formaciones boscosas del país. Las maderas de los árboles seleccionados se compararon con la información obtenida a partir de los ejemplares determinados y depositados en la Xiloteca (Julián Acuña) del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), lo que permitió un procesamiento ágil y eficaz con la ubicación de los taxones colectados.

Se determinó el poder calórico de las maderas de 40 especies arbóreas existente en Cuba, tomadas en unos casos en los bosques naturales y otras en plantaciones de diferentes regiones, a partir de árboles maduros y representativos de la población, mediante un muestreo al azar aleatorio. Se seleccionaron cinco árboles al azar, siguiendo la metodología de toma de muestra para propiedades física-mecánica del INAF. De las 40 especies seleccionadas se tomó un bolo en la fase de campo, y a partir de estos se obtuvieron muestra de 500 g de madera para realizar los ensayos de laboratorio del INAF.

Cada muestra de madera fue secada a una temperatura de $102 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y preparada para ser molida pasando por tamiz de $420 \mu\text{m}$, para luego proceder a la determinación del poder calórico. Para obtener el poder calórico de cada especie se utilizó un calorímetro de combustión adiabático modelo IKA-Kalorimeter-0400, colocando muestras aproximadamente 1 g a presión constante y temperatura de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Se clasificaron las especies en muy buena, buena y mala, según Kollman (1959) y Moreno (1989) (Tabla 1).

TABLA 1
Clasificación de las especies según poder calórico

Clasificación	Poder calórico	
	MJ/kg	kcal/kg
A: Muy buena	> 18,9	> 4500
B: Buena	18,9 – 16,0	4500 – $\geq$ 3818
R: Regular	$\leq$ 16,0	$\leq$ 3818
M: Mala	$\leq$ 13,0	$\leq$ 3102

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las 40 especies estudiadas se identificaron 20 familias botánicas y 35 géneros. Las fami-

lias fueron Anacardiaceae, Caesalpinaceae, Casuarinaceae, Combretaceae, Erythoxylaceae, Fabaceae, Fagaceae, Flacourtaceae, Laureaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Rhamnaceae, Rhizophoraceae, Rubiaceae, Sapindaceae,

Sapotaceae y Sterculiaceae. siendo más representadas Mimosaceae con siete Sterculiaceae géneros y la Myrtaceae con seis, representando el 17,5 y el 15 %, respectivamente; también se observa gran diversidad de especies utilizadas como leña (Tabla 2).

TABLA 2

Listado de especies por familia, nombre científico, vulgar y número de la xiloteca

No.	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	No. Xiloteca
1	Anacardiaceae	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Guao prieto	2
		<i>Metropium browni</i> (Jacq.) Urb.	Guao de costa	7
2	Caesalpinaceae	<i>Caesalpina violacea</i> (Mill.) Standl	Yarúa	191
3	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst	Casuarina	74 (NH)
4	Combretaceae	<i>Conocarpus erecta</i> L.	Yana	92
5	Erythoxylaceae	<i>Erythroxylum aerolatum</i> L.	Arabo, Carbonero	127
6	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunt ex Walp	Piñon florido	195
		<i>Piscidia piscipula</i> (L) Sargent	Guamá candelón	203
7	Fagaceae	<i>Quercus cubana</i> A. Rich	Encino	146
8	Flacourtaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. Var. Sylvestry	Sarnilla	154
		<i>Gossypiospermum proecox</i> (Griseb) P. Wils.	Agracejo	152
		<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt.et Millsp	Guaguasí	151
9	Laureaceae	<i>Cinnamomum parviflorum</i> (Nills) Kosterm	Boniato blanco	168
		<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb	Sigua	167
10	Meliaceae	<i>Swietenia mahgoni</i> (L) Jacq.	Caoba del país	293
11	Mimosaceae	<i>Albizia lebbbeck</i> (L) Benth	Algarrobo de olor	212
		<i>Albizia falcata</i> (L.) Fosberg.	Albizia	(NH)
		<i>Dichostrachy cinerea</i> (L) Wight et Arm.	Marabú	216
		<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L) Benth ssp. latisiliquum (L) Benth var. latisiliquum	Soplillo	187
		<i>Leucaena leucocephala</i> Lin	Ipil-Ipil	(NH)
		<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Berth	Inga dulce	672
		<i>Chloroleucon mangense</i> var. lanticifolium (A. Rich) Barneby & J. W. Grimes	Humo	188
12	Moraceae	<i>Brosimum alecastrum</i> Sw.	Guáimaro	(NH)
13	Myrtaceae	<i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell	Eucalipto	589
		<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Eucalipto	277
		<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	Eucalipto	276
		<i>Eugenia buxifolia</i> (Sw) Willd.	Guairaje	591
		<i>Eugenia rhombea</i> (Berg) Drug et Urb.	Mije	585
		<i>Melaleuca Leucodendron</i> L.	Cayeput	285
14	Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari	Pino macho	321
		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	322
15	Rhamnaceae	<i>Columbrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Bijáguara	
16	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle rojo	391
17	Rubiaceae	<i>Guattarda elliptica</i> Sw.	Cigüilla, jagüilla de monte	369
18	Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara-guárano	457
		<i>Exothea paniculata</i> (Juss) Radlk	Yaicuaje	460 (NH)
		<i>Hypelate trifoliata</i> Sw.	Cuabilla, cuaba	458
19	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> Lin.	Caimitillo	446
		<i>Siderosylon salicifolium</i> Gaerthn	Cuyá almendro	442
20	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guásima	401

Nota: NH: No hay muestra en existencia.

El poder calórico representa la cantidad total del calor que se libera durante la combustión de la madera. Por esta razón este indicador es uno de los tres principales parámetros que se toman en cuenta para seleccionar una especie con fines energéticos.

En Cuba se han encontrado muy pocos reportes de estudios realizados sobre el poder calórico de especies arbóreas. Según Rodríguez (1973), determinó el calor de combustión de cuatro

especies: *Eucalytus saligna* 4271 kcal/kg, *Casuarina equisetifolia* 4127 kcal/kg; *Jambosa vulgaris* 4040 kcal/kg y *Buchenavia capitata* 3831 kcal/kg, respectivamente. Resultado similar se encontró en casuarina con valor medio de 4107 kcal/kg, no así en eucalipto saligna, que se obtuvo 4456 kcal/kg.

En la *Tabla 3* se resumen los resultados del poder calórico de las 40 especies forestales estudiadas.

TABLA 3
Determinación del poder calórico de especies forestales que crecen en Cuba

No.	Nombre científico	Nombre vulgar	Poder calórico	
			MJ/kg	kcal/kg
1	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth	Algarrobo de olor	16,19	3 864 (B)
2	<i>Albizia falcata</i>	Albizia	13,83	3 301 (R)
3	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Guáimaro	16,48	3 933 (B)
4	<i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl	Yarúa	23,81	5 683 (A)
5	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. var. <i>Sylvestry</i>	Sarnilla	20,34	4 854 (A)
6	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst	Casuarina	17,21	4 107 (B)
7	<i>Chloroleucon mangense</i> var. <i>lanticifolium</i> (A. Rich) Barneby & J. W. Grimes	Humo	21,59	5 152 (A)
8	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> Lin.	Caimitillo	20,21	4 823 (A)
9	<i>Cinnamomum parviflorum</i> (Nills) Kosterm	Boniato blanco	19,06	4 549 (A)
10	<i>Columbrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Bijáguara	15,54	3 709 (R)
11	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Guao prieto	19,54	4 663 (A)
12	<i>Conocarpus erecta</i> L.	Yana	18,61	4 474 (B)
13	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara-guárano	19,68	4 697 (A)
14	<i>Dichrotrachy cinerea</i> (L.) Wight et Arm.	Marabú	18,26	4 358 (B)
15	<i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.	Eucalipto	18,67	4 456 (B)
16	<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Eucalipto	18,71	4 465 (B)
17	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	Eucalipto	18,84	4 497 (B)
18	<i>Erythroxylum aerolatum</i> L.	Arabo, carbonero	19,59	4 675 (A)
19	<i>Eugenia buxifolia</i> (Sw.) Willd.	Guairaje	19,56	4 668 (A)
20	<i>Eugenia rhombea</i> (Berg.) Drug et Urb.	Mije	18,40	4 391 (B)
21	<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	Yaicuaje	21,28	5 079 (A)
22	<i>Guattarda elliptica</i> Sw.	Cigüilla	19,54	4 663 (A)
23	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Guásima	19,81	4 728 (A)
24	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunt ex Walp	Piñon florido	18,77	4 480 (B)
25	<i>Gossypiospermum proecox</i> (Griseb) P. Wils.	Agracejo	20,31	4 847 (A)
26	<i>Hypelate trifoliata</i> Sw.	Cuabilla, cuaba	19,50	4 654 (A)
27	<i>Laetia guidonia</i> Sw.	Ranilla	18,93	4 518 (A)
28	<i>Leucaena leucocephala</i> Lin.	Ipil-ipil	19,35	4 618 (A)
29	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth ssp. <i>latisiliquum</i> (L.) Benth var. <i>latisiliquum</i>	Soplillo	17,70	4 224 (B)
30	<i>Melaleuca Leucodendron</i> L.	Cayeput	17,33	4 136 (B)
31	<i>Metropium browni</i> (Jacq.) Urb.	Guao de costa	18,95	4 523 (A)
32	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb	Sigua	19,59	4 675 (A)
33	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari	Pino macho	21,52	5 136 (A)
34	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	18,28	4 363 (B)
35	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sargent	Guamá candelón	16,91	4 036 (B)
36	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Berth	Inga dulce	19,26	4 597 (A)
37	<i>Quercus cubana</i> A. Rich	Encino	17,72	4 229 (B)
38	<i>Siderosylon salicifolium</i> Gaerthn	Cuyá almendro	19,40	4 630 (A)
39	<i>Swietenia mahgoni</i> (L.) Jacq.	Caoba del país	17,35	4 141 (B)
40	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt. et Millsp.	Guaguasí	17,70	4 224 (B)

Se observa que 21 especies arbóreas presentan los mayores valores de poder calórico, en las que se destacan *Caeslpina violacea* (Mill.) Standl (yárua) con 5683 kcal/kg, seguidas de *Chloroleucon mangense* var. *lanticifolium* (A. Rich) Barneby & J. W. Grimes (humo) 5152 kcal/kg, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari (pino macho) 5136 kcal/kg y *Exothea paniculada* (Juss.) Radlk. (yaicuaje) con 5079 kcal/kg, según Kollman, en 1959 el poder calórico alto se considera mayor de 4500 kcal/kg (Tabla 3).

Las especies *Caeslpina violacea* presentó el valor más alto, considerándose el resto de las especies (17) también como muy buena (Tabla 3). Se encontró que 17 especies clasifican como buenas y dos regular. El poder calórico encontrado a las especies *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) 3709 kcal/kg y *Albizia falcataria* (Albizia) con 3301 kcal/kg fueron las más bajas. Este trabajo aporta nuevos elementos al conocimiento del recurso forestal, brinda la potencialidad de la biomasa forestal y permite seleccionar las especies como fuente de energía.

La dendroenergía, recurso renovable y neutral en emisiones de carbono, desempeñará un papel importante o quizás crítico en la economía energética mundial del futuro. La conservación y uso de las fuentes renovables de energía constituye una línea de acción que permitirá armonizar los objetos de crecimiento, equidad social y sustentabilidad ambiental; sin embargo, esto será posible en la medida en que exista una mayor difusión e incorporación del proceso técnico y una mejor selección de especies energéticas.

CONCLUSIONES

- Se identificaron 20 familias botánicas y 35 géneros, siendo las familias más representadas Fabaceae, Flacourtaceae, Laureaceae, Mimisaceae, Myrtaceae, Pinaceae, Sapindaceae y Sapotaceae, respectivamente.
- Se encontró que 21 especies presentan valores muy bueno de poder calórico, siendo *Caeslpina violacea* (Mill.) Standl. la de mayor valor; 17 se encuentran en la clasificación de buenas y dos regular.
- El poder calórico encontrado a las especies *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. 3709 kcal/kg

y *Albizia falcataria* con 3301 kcal/kg fueron los más bajos.

- El conocimiento del poder calórico de las maderas permite una adecuada selección de las especies energéticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Curbelo A., 2005. Uso final de la energía y oportunidades actuales en tecnologías energéticas a partir de la biomasa en países de América Latina. Taller Regional. PNUD. Barreras y oportunidades para generación de energía utilizando biomasa en AL y el caribe. /La Habana/ -- 48 p.
- FAO.2004. Terminología de dendrocombustibles sólidos. Terminología unificada sobre bioenergía (TUB). FAO Departamento Forestal de la FAO. Dendroenergía. 58 p.
- García, H., et al. 2006. Caracterización del follaje, la corteza y la madera de cinco especies forestales de la Sierre Maestra. Revista Forestal Baracoa (CU) 25(1):57-64
- Girard, F. 2000. Biomasse Énergie-Des Atouts Pour L'Afrique. Forestry Energy Forum FAO (IT) 6: 5
- Guyat, M. A. et al. 1998. Potencialidades de especies maderables para energía. Cuba Forestal (CU) 1: 8-10.
- Kollman F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Madrid. Editorial Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicios de la Madera. -- 675 p.
- Moreno, C., A. M., Garay M., Ma. del Socorro. 1989. Usos de plantas para combustibles en dos comunidades Nahuas: Sta. María cuauhtapanaloyan y Santiago yancuictlalpan. Mpio. de cuetzalan. Puebla. Primera Reunión Nacional sobre Dendroenergía. Memoria. División Ciencias Forestales, Chapingo, México, -- p. 54-58
- OIMT, 2008. Energy grows on trees. Serie Técnica OIMT. Actualidad Forestal Tropical (JP) No. 31 ISSN: 4-902045-44-3
- Pérez, Cruz, U. G. 1989. Problemas de abastecimiento y usos de la leña en Tabasco. Primera Reunión Nacional sobre Dendroenergía. Memoria. División Ciencias Forestales, Chapingo, México, -- 16-26 p.
- Rodríguez, M. 1973. Determinación del calor de combustión de Eucalyptus Sm., Casuarina equisetifolia Forst, Jambosa vulgaris D.C. y Buchenavia capitata (Vahl.) Eichl. Baracoa (CU) 3(1-2)
- Schroeler, T. Y., Hwan O. Ma. 2007. El papel de la madera como fuente energética del futuro. Conferencia Internacional sobre Dendroenergía. OIMT. Actualidad Forestal Tropical (JP) 15(2): 24-25
- Schroeler, T. Y., Hwan O. Ma.. 2009. El uso de la Dendroenergía. OIMT. Actualidad Forestal Tropical (JP)16 (3) ISSN: 1022-5439
- Soussan, J., 1993. Política sobre el uso sostenible de la energía derivada de la madera Unasylya (IT) 175 (44): 51-59
- Suárez, R., J. A., Beatón Soler, P.A. 2007. Estado y perspectiva de las energías renovables en Cuba. Tecnología Química (CU) XXVII (3): 75-82.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: María Antonia Guyat Dupuy

Ingeniera Química, máster en Análisis de Procesos, miembro del Grupo de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, ha desarrollado su actividad investigativa en el campo de la Química de la Madera, Productos Naturales y Bioactivos, Bioenergía, Productos Forestales no Maderables y Calidad en Tecnologías y Aprovechamientos de la Madera. Ha impartido cursos, conferencias y entrenamientos. Dirigió proyectos nacionales de Energía. Ha participado en eventos Nacionales e Internacionales con resultados relevantes en la producción. Obtuvo Logro Estatal 1985 y 1986, participante del Premio Nobel sobre el Cambio Climático otorgado por el IPCC.

NORMAS EDITORIALES
Revista Forestal Baracoa
Instrucciones a los Autores

Los originales de los artículos científicos que se elaboren para la *Revista Forestal Baracoa* deben enviarse al Comité Editorial, escritos en español, por una sola cara, a espacio y medio y en hojas de papel bond 8½ x 11 cm, con 2,5 cm de margen a cada lado, letra Arial, en 11 puntos, texto justificado que no debe exceder de 10 páginas, incluidas las tablas e ilustraciones. Debe enviarse una copia en soporte magnético en procesador de texto Microsoft Word. Los trabajos deben ser aprobados por sus respectivos consejos científicos.

Los artículos irán precedidos de un *título* (en español y en inglés), letra mayúscula y en negritas. Debajo del título correspondiente aparecerán el *nombre* o los *nombres de los autores*, con *dos apellidos*, indicando en la parte superior del segundo apellido con numeración arábiga (ej.: Alicia Mercadet Portillo,¹ el *grado científico* y la *dirección completa del autor principal* (ej.: Dra. en Ciencias Forestales, Instituto de Investigaciones Forestales. Calle 174 no. 1723 el 17 B y 17 C, Siboney, Playa, La Habana), mercadet@forestales.co.cu, teléf.: 208 2554, fax.: 208 21 89. Los autores que proceden de la misma institución tendrán el mismo número.

A continuación del autor o autores aparecerá la palabra *Resumen*, que irá alineada a la izquierda, en mayúscula y en negritas, con un texto justificado. Debe contener *no más de 150 palabras*, ni llevar *fórmulas* ni *expresiones matemáticas*, *tablas* o *citas*. Al final del resumen, *de tres a cinco palabras claves* que identifiquen el tema.

Se elaborará un *Abstract* que irá insertado inmediatamente después del Resumen. Al final del *Abstract*, *de tres a cinco key words* que identifiquen el tema.

Cada *artículo* debe contar con los siguientes epígrafes primarios: *Introducción*, *Materiales y Métodos*, *Resultados y Discusión*, *Conclusiones y Bibliografía*

Estos epígrafes se escribirán *alineados a la izquierda*, en *mayúscula* y en *negritas*.

Las palabras en *latín* y los *nombres científicos* de las categorías de género, especies y subespecies se escribirán con *letra cursiva*, al igual que escritas en otro idioma.

Al final se confeccionarán la *Bibliografía*, teniendo en cuentas la Norma de Asiento Bibliográfico por tipos de Documentos, *Norma ISO 690* para Documentos Convencionales y *Norma ISO 690-2* para Recursos Electrónicos.

Los artículos científicos recibidos para su publicación serán sometidos a una evaluación previa del Comité Editorial. Solo se admitirán trabajos inéditos y en idioma español. Posteriormente el Comité Editorial y el Consejo Científico de la revista decidirán si un artículo reúne los requisitos para ser publicado, previa evaluación de por lo menos dos árbitros. Los artículos científicos enviados a los autores para su corrección, según las opiniones de los árbitros, deberán ser devueltos en un plazo no mayor de 15 días. Pasado ese tiempo el artículo será dado de baja. Su aceptación o rechazo será informado al autor en un plazo dentro de los 60 días posteriores a su recepción. Los trabajos aceptados que no se ajusten a estas normas serán devueltos a los autores para que realicen los cambios pertinentes. Dado que la *Revista Forestal Baracoa* es una publicación periódica que se edita sin fines de lucro con el objetivo de contribuir al desarrollo científico y tecnológico, el contribuyente cede sus derechos patrimoniales de forma gratuita, adquiriendo la revista el derecho de reproducción en todas sus modalidades, incluso para inserción audiovisual, el derecho de comunicación pública, distribución, y en general cualquier tipo de explotación que pueda realizarse por cualquier medio conocido o por conocer. La propiedad intelectual del trabajo científico publicado permanece en el autor o autores. La veracidad del contenido y su rigurosidad científica es de los autores, por lo que el Comité Editorial no se responsabiliza con ello.

COMITÉ EDITORIAL

AQUÍ CUPÓN