

Tabla de contenido

	<i>Editorial</i>	2
1	Aumento de la temperatura: impacto potencial del cambio climático sobre la biodiversidad arbórea forestal de la Empresa Agro-Forestal Baracoa Increase of the temperature: impact potential of the climatic change on the forest arboreal biodiversity of the Agroforestry Enterprise Baracoa <i>Dr.C. Arlety Ajete-Hernández, Dr.C. Arnaldo Álvarez-Brito, Dr.C. Alicia Mercadet-Portillo, Dr.C. Wilmer Toirac-Argüelle</i>	3
2	Evaluación de los impactos del aumento del nivel medio del mar en la EFI Cienfuegos. Estrategia de adaptación Evaluation of the impacts of the increase of the average level of the sea in the EFI Cienfuegos. Adaptation strategy <i>M.Sc. Liliana Caballero-Landín, M.Sc. Andrés Hernández-Riquene, Dr. Arnaldo Álvarez-Brito, Dra. Alicia Mercadet-Portillo, M.Sc. Gardenis Merlan-Mesa, M.Sc. Iván Pino-Estopiñales, Elio R. Vega-Martínez</i>	11
3	Formulación del índice de deficiencia evapotranspirativa. Una herramienta para los estudios de evolución de la aridez Formulation of the evapotranspirative deficiency index. A tool for the studies of evolution of the aridity <i>Lic. Lorge Acosta-Broche, Lic. Zoltan I. Rivero-Jaspe y Lic. Róger E. Rivero-Vega</i>	21
4	Ocho indicadores valorativos funcionales para la restauración ecológica de territorios degradados en Cuba Eight functional valuation indicators, for the ecological restoration of degraded territories in Cuba <i>Everardo de la Caridad Pérez-Carreras y Lic. Alexis R. Fals-Pérez</i>	27
5	Tabla de volumen para <i>Acacia mangium</i> Willd en la Empresa Agro-Forestal Pinar del Río, Cuba Table of volume for <i>Acacia mangium</i> Willd in the Agroforestry Company Pinar del Río, Cuba <i>Dr.C. Héctor-Barrero Medel, Ing. Adolfo L. Sandín-López, M.Sc. Yamila Lazo-Pérez y Est. Liyanet Valdés-López</i>	35
6	Las palmáceas de la provincia de Camagüey, Cuba The palms of the province Camagüey, Cuba <i>M.Sc. Rafael Á. Risco Villalobos</i>	43
7	Influencia de variables ambientales sobre la vegetación acompañante de <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler en La Platica, Parque Nacional Turquino Influence of environmental variables on the accompanying vegetation of <i>Abarema maestrensis</i> (Urb.) Bässler in the Platica, National Park Turquino <i>M.Sc. Alain Puig-Pérez¹, Ing. José L. Rodríguez-Fonseca¹, M.Sc. Andrés López-Martell¹, M.Sc. Yenía Molina-Pelegrín y M.Sc. Adonis Sosa-López</i>	51
8	Estado de las plantaciones protectoras de <i>Bambusa vulgaris</i> en tres sitios del gran Parque Metropolitano de La Habana State of the protective plantations of <i>Bambusa vulgaris</i> in three sites of the great Metropolitan Park of Havana <i>Dra. Elsa M. Cordero-Miranda, Ing. Yamila Valiente-Palacios y Téc. Jessica Hernández-Rodríguez</i>	57
9	Productos Forestales No Maderables en el sotobosque de plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i> en Guisa, provincia de Granma Non-wood forest products in sotobosque of plantations <i>Pinus maestrensis</i> in Guisa, province of Granma, Cuba <i>M.Sc. Andrés López-Martell, Dr. Adolfo Núñez-Barrizonte, Dra. Katia Manzanares-Ayala y Téc. Jorge L. Espinosa-González</i>	63
10	Especies con restricción ecológica proveedoras de Productos Forestales No Maderables en bosques semidecíduos de la Ciénaga de Zapata Species with ecological restriction supplying of Non-Wood Forest Products in semideciduous forests of the Ciénaga de Zapata <i>Dr.C. Adolfo Núñez-Barrizonte, Dr.C. Katia Manzanares-Ayala, M.Sc. María T. Verdura- Almendariz y M.Sc. Giraldo Fagundo-Abreu</i>	71
11	Árboles frutales de la colección de maderas del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) Hoist fruit-bearing of the collection of wood of the Forest Research Institute (INAF) <i>Dra. Katia Manzanares-Ayala, Ing. Alberto Ibáñez-Drake, Ing. Digna Velázquez-Viera, M.Sc. Gardenis Merlán-Mesa y Téc. Fisma Gelabert-Ayón</i>	81
12	Etnobotánica de la flora leñosa circundante al Banco de Germoplasma de <i>Cedrela odorata</i> L. y la comunidad El Congrí The ethnobotanics of the woody flora surrounding the <i>Cedrela odorata</i> L. Germoplasm Bank and the community El Congrí <i>M.Sc Magalys Arcia-Chávez, Ing. Alain Puig-Pérez y Téc. Marina Rodríguez-Guerra</i>	89
13	Potencialidades de la biomasa de la especie <i>Dichostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arm. (marabú) para la generación de electricidad. Estudio de caso Potentialities of the biomass of the species <i>Dichostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arm. (marabú) for the generation of electricity. Case study <i>M.Sc. Lizeyda Paredes-Morejón e Ing. Rolando Padrón-Pérez</i>	97

EDITORIAL

El conocimiento de las potencialidades de las especies forestales incrementa las posibilidades de ampliar sus beneficios ambientales y adecuar el aprovechamiento productivo de los recursos maderables y no maderables que brindan, en función de las diferentes demandas de un país. Los resultados de trabajos de investigación que proporcionen información confiable favorecen la explotación más integral y sostenible de los bosques y permite el uso de los recursos que proveen en diferentes campos como la construcción, la salud y la alimentación, tanto humana como animal. De esta manera aumenta la demanda de productos forestales diversos en mercados locales, nacionales e internacionales.

La Revista Forestal Baracoa respalda el propósito, el marcado interés que existe en diferentes países de estudiar y conocer las potencialidades de uso de especies poco conocidas o subutilizadas que existen en los bosques naturales, considerando la amplia variedad de especies forestales de la flora de Cuba que requieren de una caracterización integral a fin de fundamentar su importancia desde los puntos de vista ambiental, económico y social.

LIC. HUMBERTO GARCÍA CORRALES
DIRECTOR GENERAL INAF

AUMENTO DE LA TEMPERATURA: IMPACTO POTENCIAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD ARBÓREA FORESTAL DE LA EMPRESA AGRO-FORESTAL BARACOA

INCREASE OF THE TEMPERATURE: IMPACT POTENTIAL OF THE CLIMATIC CHANGE ON THE FOREST ARBOREAL BIODIVERSITY OF THE AGROFORESTRY ENTERPRISE BARACOA

DR.C. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, DR.C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO¹, DR.C. ALICIA MERCADET-PORTILLO¹ Y DR.C. WILMER TOIRAC-ARGÜELLE¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

En muchas regiones del mundo hay gran diversidad de evidencia de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. El siguiente trabajo examina la proyección climática futura de la temperatura media y su potencial influencia en la biodiversidad de la Empresa Agro-Forestal Baracoa, provincia de Guantánamo, Cuba. Para ello fue utilizado el sistema de modelado climático PRECIS mediante el empleo de dos modelos de circulación global (Hadley [H] y Echam [E]), todo ello bajo los escenarios de emisiones A2 y B2, para tres períodos de tiempo. Como resultado de la evaluación se identificaron riesgos de extinción para 23 especies endémicas y exclusivas de la formación Pluvilsilva de montaña reportadas en el área de la empresa, las cuales fueron agrupadas en cuatro grupos de especies vulnerables. Tomando en consideración los riesgos que enfrentan esas taxas, se acomete la determinación de medidas para hacer frente a este problema, especificándose los aspectos que serán necesarios abordar para su implementación.

Palabras claves: adaptación, cambio climático, escenarios, temperatura, impacto

ABSTRACT

In many regions of the world there is great diversity of evidence of the impacts of the climatic change on the biodiversity. The following work examines the future climatic projection of the half temperature succinctly and its potential influences in the biodiversity of the Agroforestry Enterprise Baracoa of Guantanamo country, Cuba. For the system of modeling climatic PRECIS it was used by means of the employment of two models of global circulation (Hadley [H] and Echam [E]), everything it under the scenarios of emissions A2 and B2, for three periods of time. As a result of the evaluation extinction risks were identified for seven endemic and exclusive species of the formation Pluvilsilva of mountain reported in the area of the Enterprise which were contained in two groups of vulnerable species. Taking in consideration the risks that face those taxa, the determination of measures is attacked to make in front of this problem, being specified the aspects that will be necessary to approach for their implementation.

Key words: adaptation, climatic change, scenarios, temperature, impact

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ya es un hecho. El aumento mundial de temperaturas, la variación de los índices de precipitación y otros muchos factores ya están provocando y provocarán severos y diferentes factores de riesgo, y según datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático

(IPCC), el incremento 2 °C en la temperatura media mundial ya tendrá serias consecuencias sobre el agua, los ecosistemas, la seguridad alimentaria y la biodiversidad, potenciando a su vez los eventos climatológicos extremos y cambios rápidos a gran escala.

Hay gran cantidad de evidencia de los impactos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad (Parmesan, 2006). Se han identificado cambios de tamaño y distribución de las poblaciones, de sus rangos geográficos y su fenología, los cuales ocasionan desacoplamiento de las interacciones entre las especies, que se acentúa en la interacción de flora y fauna y provoca cambios en los procesos de evolución y aptitud por la disminución de nutrientes y otros recursos, hasta la extinción de especies (Barcena *et al.*, 2011).

El Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET, 1999) ha planteado que de forma general se espera que el clima del país evolucione en el futuro hacia una mayor aridez, debido a la acción combinada del aumento de la temperatura y de la disminución de las lluvias.

Dentro de este contexto, el objetivo central del presente trabajo es examinar la proyección climática futura de la temperatura media y su potencial influencia en la biodiversidad de la Empresa Agro-Forestal (EAF) Baracoa, así como definir medidas o acciones claves para promover la adaptación frente al actual escenario climático previsto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Según Rodríguez *et al.* (2009), la EAF Baracoa está ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia de Guantánamo, entre los 74° 29' 19" de longitud oeste y los 20° 19' 55" de latitud norte, limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con la EAF Imías, al este con la EAF Maisí y al oeste con el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (*Fig. 1*).

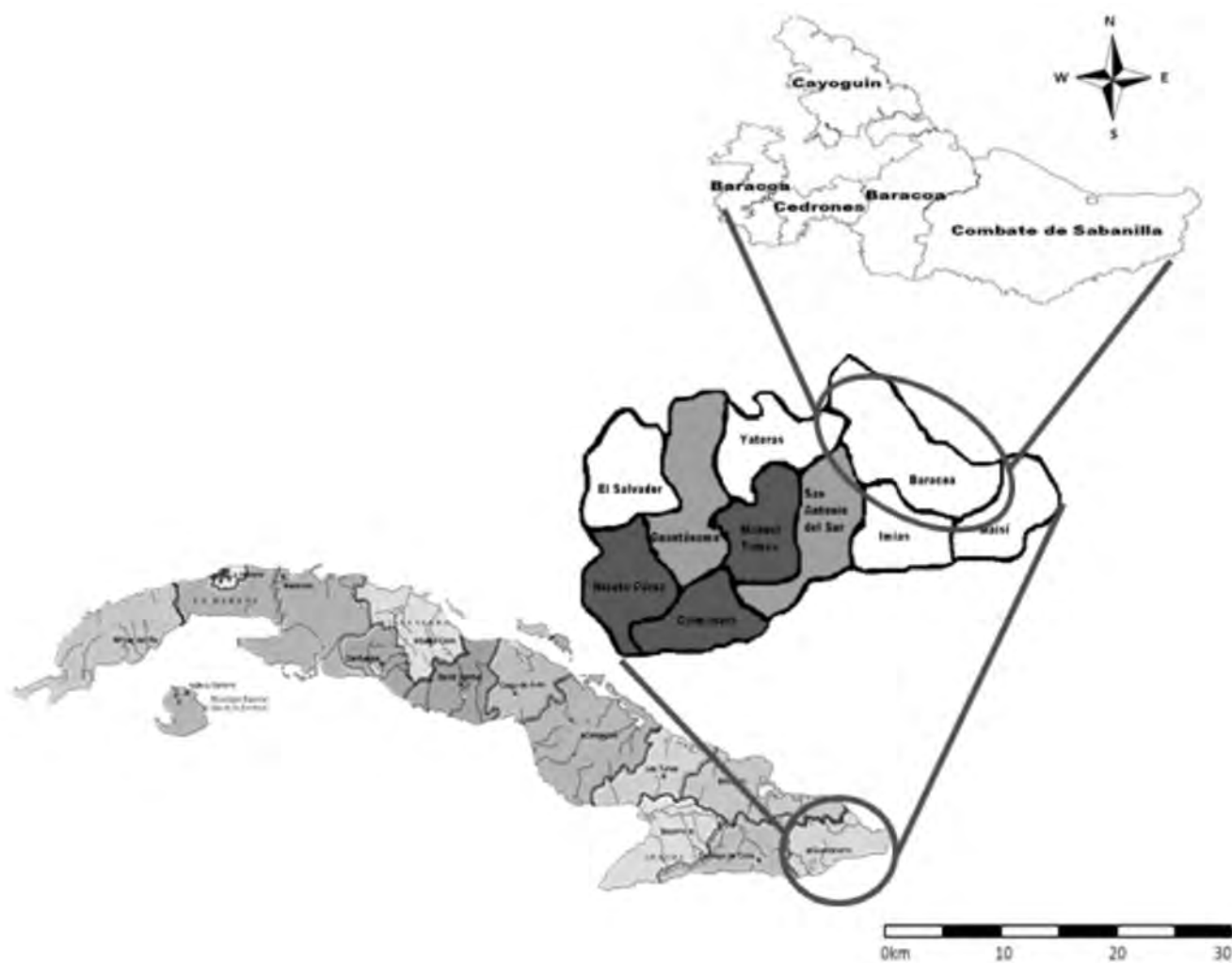


Figura 1. Ubicación de la EAF Baracoa.

Un 95 % de la superficie de la empresa es montañosa, con pendientes mayores del 15 %. Las alturas oscilan entre la cota cero y los 700 msnm. Existe una amplia cobertura de suelos que se clasifican según su génesis en nueve grupos genéticos: Ferrítico Rojo, Ferralítico Rojo, Ferralítico Amarillento, Fersialítico Rojo Parduzco, Fersialítico Pardo Rojizo, Pardo con Carbonato, Pardo sin Carbonato, Aluvial y Esquelético. La media de la temperatura para todo el territorio de la EFI Baracoa es de 26,80 °C, con precipitación promedio anual de 2000 mm (Rodríguez *et al.*, 2009).

Los futuros climas que pudiera enfrentar la diversidad biológica del territorio de la EAF Baracoa fueron simulados mediante el empleo de dos modelos de circulación global a nivel del mar (Hadley [H] y Echam [E]) y dos de las familias de escenarios de emisión de gases de efecto invernadero (A2 y B2), originando así cua-

tro escenarios climáticos diferentes (HA2, HB2, EA2 y EB2). Partiendo de estos escenarios, fue utilizado el sistema PRECIS (Centella y Bezani-lla, 2009) para lograr una reducción en escala ajustada para el área del Caribe, con vistas a generar los escenarios climáticos para Cuba.

Se dispuso de la variación mensual de temperatura media para cada año del período 2011-2099 en cuadrícula, cuyo centro está en los 74,5 °O y los 20,5 °N. Los valores mensuales fueron agrupados y promediados para formar tres períodos (corto plazo: 2011-2040, mediano plazo: 2041-2070 y largo plazo: 2071-2099), y en cada plazo se calculó la media anual de variación de las temperaturas media por escenario de emisión y por modelo de circulación global.

La línea base (histórica) de temperatura para el municipio de Baracoa fue estimada a partir de los reportes de INSMET (2010) para el período 1981-2000 (Fig. 2).

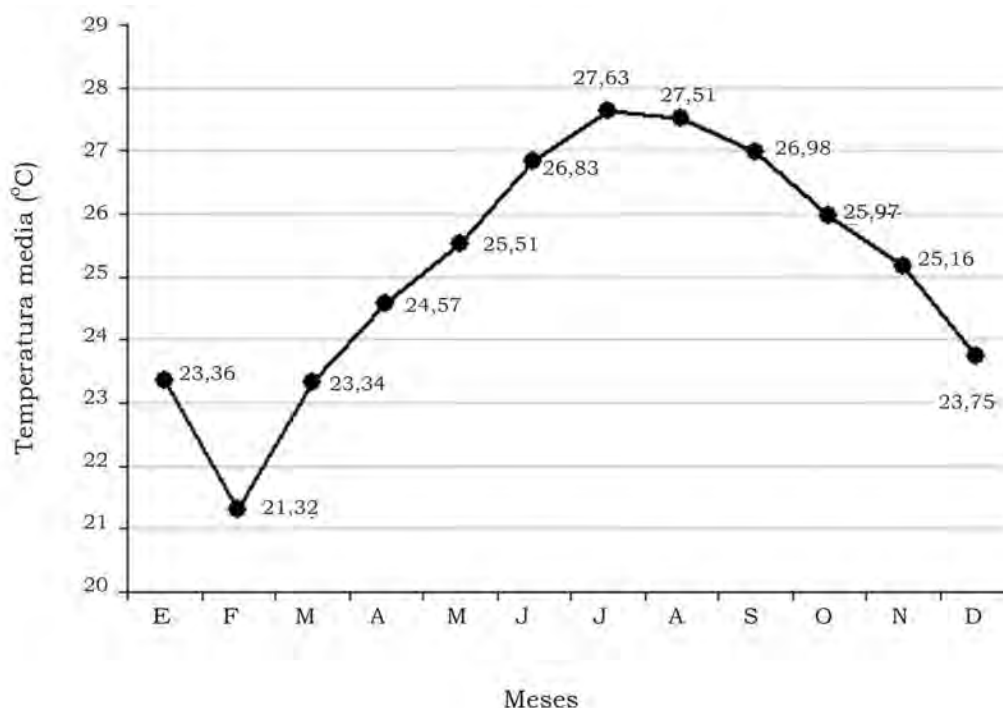


Figura 2. Línea base histórica de la temperatura media del aire.

Los resultados alcanzados con las temperaturas fueron utilizados para estimar el posible desplazamiento altitudinal de las especies que se ubican en las montañas de Baracoa, partiendo de lo reportado por el IPCC (2001), quien plantea que un aumento de la temperatura media de 1,0

a 3,5 °C equivaldría a un aumento en altitud entre 150 y 550 m para las formaciones vegetales de montaña, lo que aproximadamente representa un aumento medio de altitud de 15 m por cada 0,1 °C de aumento en la temperatura media, identificándose entre todas las forma-

ciones que componen el patrimonio forestal de la EAF Baracoa la formación que será más afectada por el incremento de la temperatura. Conjuntamente se identificaron las especies que alberga esta formación, según Bisse (1988), y de estas cuáles serían las más afectadas; tomando en consideración lo establecido en el vigente Reglamento de la Ley Forestal 85 (MINAG, 1998) y la Resolución 160 de 2011 (CITMA, 2011), fueron agrupadas en cuatro grupos de riesgo que disminuyen con el aumento del orden del grupo. Una vez identificados los escenarios climáticos que pueden ocurrir en el área de la empresa y el impacto que los mismos pueden originar sobre los

recursos genéticos forestales y la diversidad biológica en ese territorio, se establecen medidas de adaptación para minimizar sus efectos negativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente figura se ofrece información de los límites esperables del aumento de las variaciones de temperatura, según los resultados de los modelos de escenarios con proyecciones para los tres periodos de tiempo evaluados, observándose que los conjuntos de datos para los tres periodos evaluados (corto, mediano y largo plazo) mostraron una elevada coherencia por modelo.

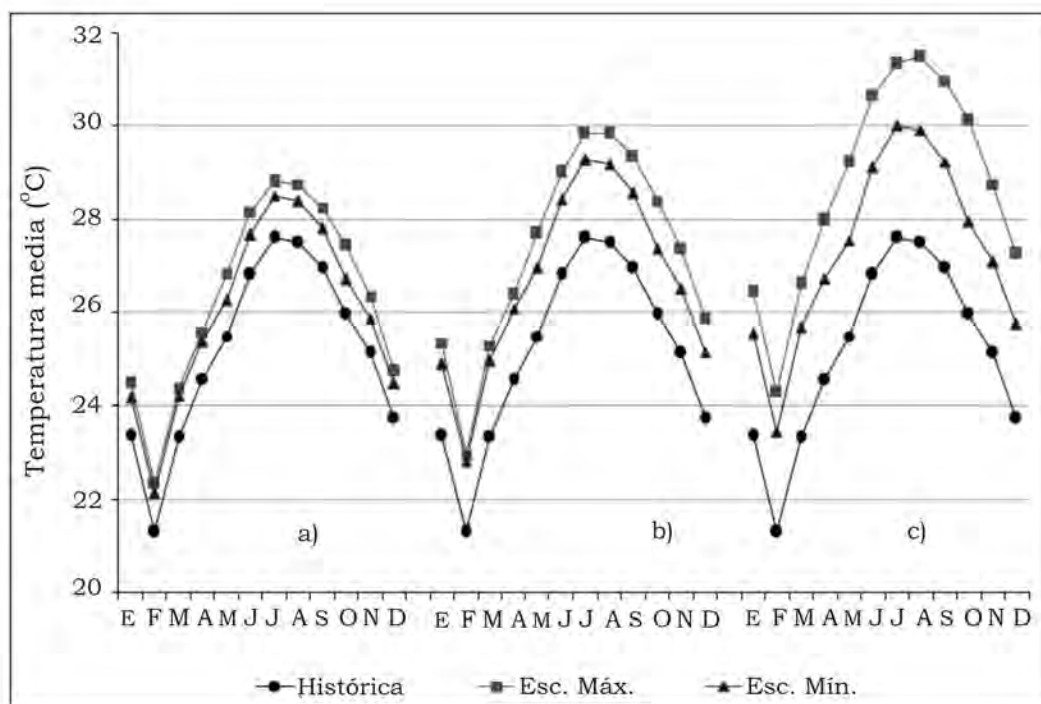


Figura 3. Evolución mínima y máxima del cambio de la temperatura media mensual del aire obtenida para el corto (a), mediano (b) y largo plazo (c) con respecto al período 1981-2000, para la zona de la EAF Baracoa (Esc. Máx.: Escenario máximo; Esc. Mín.: Escenario mínimo).

Las proyecciones del clima con independencia de los escenarios de emisiones evaluados muestran que las variaciones de la temperatura media del aire a nivel del mar resultan bastante similares para los tres periodos evaluados, estando estas proyecciones para los años de 2011-2099 en el

rango de 22,13 °C y 31,50 °C, y con respecto a la línea base (1981-2000), las variaciones de los límites mínimo y máximo esperables para la temperatura media anual del aire y los diferentes plazos de tiempo variarán entre +0,81 °C y +3,87 °C, como se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Variación esperable de los límites de la temperatura media del aire a nivel medio del mar, para diferentes períodos de estudio en la zona de la EAF Baracoa

Período	Año	Δ Temperatura media (°C)	
		Mín.	Máx.
Línea base	1981-2000	0,00	0,00
Corto plazo	2011-2040	+0,81	+1,20
Mediano plazo	2041-2070	+1,50	+2,21
Largo plazo	2071-2099	-2,14	+3,87

En términos generales estos resultados demuestran que la evolución futura de la zona comprendida por el territorio de la empresa para el período 2011-2099 será hacia un clima más cálido, debido a una tendencia muy marcada del aumento de las temperaturas medias del aire, que sufrirán un ascenso entre 0,81 °C y 3,87 °C en sus valores medios mensuales con respecto a las del período de referencia.

Tomando en consideración estas valoraciones y partiendo de lo planteado por el IPCC (2001), y de las variaciones de temperatura de la *Tabla 1* en términos de la potencial migración altitudinal que pudiera inducir sobre la distribución natural de las especies vegetales, se establecieron rangos de desplazamientos para las especies propias de las montañas de la región de estudio, los que son mostrados en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Rangos de desplazamiento altitudinal esperable para diferentes períodos de estudio en la zona de la EAF Baracoa

Período	Año	Δ h(m)	
		Mín.	Máx.
Línea base	1961-2000	0,00	0,00
Corto plazo	2011-2040	121,50	180,00
Mediano plazo	2041-2070	225,00	331,50
Largo plazo	2071-2099	321,00	580,50

Según los resultados mostrados en la *Tabla 2*, el rango de distribución altitudinal de las especies de montaña podría presentar un desplazamiento hacia la cima entre 121,50 m y 580,50 m para el período 2011-2099.

A los efectos de estos resultados se enfatiza en la formación Pluvialva de montaña por ser la última ubicada a mayor altitud en la EAF Baracoa, resultando ser las especies albergadas en esta formación las más vulnerables al incremento de la temperatura esperado.

En Cuba, con la excepción del noroeste de la región oriental del país (área de Nipe-Sagua, Holguín), la formación Pluvialva de montaña se encuentra en el noroeste de la región oriental (área donde se encuentra ubicada la EAF Baracoa a partir de los 300-400 msnm, y las zonas montañosas del área de Baracoa excep-

cionalmente superan los 850 msnm (Magaz, 1989), entonces un desplazamiento altitudinal hacia la cima entre 121,50 y 580,50 m para los años 2011 a 2099 podría colocar en grave riesgo los recursos genéticos de las especies identificadas como exclusivas de esa formación en la empresa, porque solo les restarían 220 m para una migración altitudinal en un plazo de 90 años. Con ello se afectará también la diversidad biológica de la región, riesgo cuya intensidad crecería en la medida en que la especificidad de su distribución aumentara y/o la abundancia de sus existencias físicas disminuyera, enfrentando esta formación el riesgo de enfrentar un desplazamiento a mayor altitud ascendente de sus especies en busca de mantener su adaptación al ambiente en que se desarrollan.

Los resultados hasta aquí presentados son similares a los obtenidos por Álvarez (2010), quien con el empleo de los mismos escenarios y modelos proyectados en este trabajo, evaluó los riesgos futuros que enfrentarían las formaciones Monte nublado y Monte fresco que se encuentran localizados en las mayores elevaciones del oriente del país, entre las que están el Pico Real del Turquino, el Pico Cuba, el Pico Bayamesa y el Pico Martí, todos en la Sierra Maestra, y determinó que con respecto al período 1961-1990, la temperatura mostraba aumentos entre 1,00 y 3,50 °C, propiciando la ocurrencia de un desplazamiento hacia la cima de 150,00 a 525,00 m, previéndose que en algún momento posterior a la mitad del presente siglo la formación Monte fresco enfrentaría el riesgo de desaparecer, ya que en su totalidad las especies que la conforman son endémicas. En cuanto a la formación Monte nublado, distribuida entre las mayores elevaciones de la Sierra Maestra, en la provincia de Santiago de Cuba, y de la cordillera Sagua-Baracoa, en la provincia de Guantánamo, para finales del presente siglo esta formación habría ascendido entre el 35 y el 55 % de la altura que actualmente tiene disponible, buscando mantener su adaptación ambiental, debido a que el 62 % de las especies que la integran son endémicas.

Los resultados obtenidos por Planos *et al.* (2012) son similares a los aquí presentados. Estos autores modelaron el comportamiento que tendrían determinadas formaciones vegetales en las provincias orientales, ubicadas hacia el Macizo del Turquino y la Sierra de Cristal ante un aumento de 3 °C en la temperatura media del aire, con el mismo régimen de precipitación y considerando que no existieran alteraciones bruscas en el suelo y en la altitud. Este estudio indicó para algunas de la formaciones incluidas en las áreas evaluadas que un aumento de la temperatura, con el consiguiente incremento de la evaporación, incidiría en la descomposición acelerada del sustrato orgánico del suelo y el aumento de la erosión, afectando las características del suelo, produciéndose un obstáculo para la migración de especies y pudiendo ocurrir cambios en la composición florística hacia las zonas más elevadas, sobre todo en el noroeste de la región oriental; ocupación de áreas de otras formaciones donde la temperatura sea entre 16 y 23 °C y desplazamiento hacia elevaciones

superiores de aquellas especies que se ubican en alturas por encima de 900 a 1900 msnm, con precipitaciones entre 1800 y 2200 mm y temperaturas menores a 16 °C, con lo que sufrirían una restricción en área.

En base al análisis anterior, se identificaron aquellas especies forestales exclusivas de la formación Pluvisilva de montaña que en el área de la EAF Baracoa enfrentarían los máximos riesgos de extinción ante el calentamiento global, siendo ubicadas las mismas en cuatro grupos:

- *Primer grupo:* Especies bajo protección por la Ley Forestal, endémicas, exclusivas de la formación Pluvisilva de montaña, de especial significación para la diversidad biológica nacional y reportadas solo para Baracoa: *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cacuminicola* (Bisse) G. Klotz; *Cnidoscolus regina* (Leon) Radcl.-Sm. & Govaerts.
- *Segundo grupo:* Especies bajo protección por la Ley Forestal, endémicas, exclusivas de la formación Pluvisilva de montaña, de especial significación para la diversidad biológica nacional y reportadas para el norte de la región oriental: *Pera ekmanii* Urb.
- *Tercer grupo:* Especies endémicas, exclusivas de la formación Pluvisilva de montaña y reportadas solo para Baracoa: *Bonnetia cubensis* (Britton) R.A. Howard; *Henriettea acunae* (Alain) Alain; *Laplacea moaensis* Vict.; *Ocotea moaensis* Bisse; *Podocarpus angustifolius* Griseb.
- *Cuarto grupo:* Especies endémicas, exclusivas de la formación Pluvisilva de montaña y reportadas para el norte de la región oriental: *Ardisia grisebachiana* (Kuntze) Alain; *Byrsönima lucida* (Mill.) Rich.; *Calophyllum utile* Bisse; *Coccoloba costata* C. Wright; *Erythroxylon longipes* O. E. Schulz; *Guapira rufescens* (Griseb.) Lundell var. *rufescens*; *Guatteria cubensis* Bisse; *Haenianthus variifolius* Urb.; *Hyeronima nipensis* Urb.; *Chionanthus bumelioides* (Griseb.) Stearn subsp. *cubensis* (P. Wilson); *Magnolia cristalensis* Bisse; *Maytenus loeseneri* Urb. var. *loeseneri*; *Chaetocarpus acutifolius* (Britton & P. Wilson) Borhidi; *Terminalia nipensis* Alain; *Terminalia chicharronia* C. Wright subsp. *orientensis* (Monach.) Alwan & Stac.

Los resultados de los escenarios climáticos en el área de la empresa y el impacto que los mismos pueden originar sobre los recursos genéticos forestales y la diversidad biológica en ese territorio, permitieron concebir como medidas encaminadas a minimizar los efectos negativos que se derivan de la simulación de esta variable climática las siguientes:

Medidas de adaptación

Conservación ex situ de los recursos amenazados: Para emprender esta medida es necesario localizar sobre el terreno ejemplares de cada una de estas especies, determinar su abundancia relativa, estudiar su fenología, recolectar material propagativo, definir el beneficio de las semillas y el manejo de las plántulas en vivero y en plantación. Esta medida permitirá garantizar la conservación de los genofondos de las especies amenazadas, aplicando la conservación *ex situ* en otras zonas o áreas, así como el empleo de técnicas de conservación de material propagativo a largo plazo (que incluya polen, semillas y tejidos).

Esta medida son dirigidas para aquellas especies presentes agrupadas en el segundo y cuarto grupo, las que se distribuyen en toda la región nororiental del país, las cuales podrán ser conservadas en aquellas áreas que cuenten con las condiciones necesarias en lo que a requerimientos de altitud se refiere, lo que proporcionaría en caso de un continuado aumento de la temperatura, un desplazamiento ascendente en aquellas áreas donde la formación Pluvissilva de montaña aparece por encima de los 600 msnm, específicamente en el macizo Nipe-Sagua-Baracoa (Pico Cristal y Loma de la Mesura con 1231 y 995 msnm, respectivamente).

En el caso de las especies que componen los grupos uno y tres, se hace difícil su conservación *ex situ* debido a su alto grado de endemismo.

Monitoreo de poblaciones forestales de interés y de la temperatura: Esta medida consiste en elaborar un sistema de monitoreo a las áreas de distribución de las formaciones forestales de la EAF Baracoa y al aumento de la temperatura, con el fin de generar la información necesaria para la elaboración de propuestas de manejo de las especies identificadas como vulnerables, para así asegurar la conservación de las mismas.

La acometida de esta medida sería comenzar inmediatamente con las formaciones forestales más vulnerables y/o de mayor valor (en este caso, las Pluvissilvas de montaña) y posteriormente, a mediano plazo, se debería incluir toda la superficie forestal.

Los impactos que pueden derivarse de la implementación de estas medidas serán positivos siempre y cuando los resultados sean utilizados por la EAF Baracoa para generar propuestas de manejo.

La mayor parte de los aspectos antes señalados hoy no se conocen en lo absoluto para estas especies, o se conocen insuficientemente, por lo que también como parte de la estrategia de adaptación habrá que desarrollar un programa de investigación que permita dar respuesta a todos.

CONCLUSIONES

- La tendencia climática futura del territorio comprendido por la EAF Baracoa (hasta fines de 2099) presentará una evolución general hacia un clima más cálido, con peligro de desaparición para las especies que se encuentran en los mayores rangos de distribución a mayor altitud y con restricciones de hábitat.
- Las medidas de adaptación están dirigidas a viabilizar en el patrimonio de la empresa la adaptación a los impactos del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. 2010. Riesgo que enfrentan las formaciones de montaña por los efectos del cambio climático: el Bosque nublado y el Bosque fresco. Suproyecto 12.69.02. Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación. Proyecto 11.69. Segunda Comunicación Nacional del Cambio Climático. Subsector Forestal. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 20 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Centella, A., Bezanilla, A. 2009. Segunda comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Escenarios climáticos simulados generados con el Modelo Climático Regional PRECIS para el ejercicio de integración Sur de la Habana. Ciudad de La Habana. Instituto de Meteorología (INSMET). 39 p. (Inédito).
- CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente). 2011. Resolución No. 160. Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la di-

- versidad biológica en el país. Anexo único: Lista de especies. Interpretaciones y exenciones. p. 50- 83.
- INSMET (Instituto de Meteorología). 1999. Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe final del Proyecto No. 01301019 del Programa Nacional de Ciencia y Técnica "Los Cambios Globales y el Medio Ambiente Cubano". 180 p.
- INSMET. 2010. Base de datos del clima. Periodo 1981-2000.
- IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático). 2001. Special Report on Emissions Scenarios. Grupo de Trabajo III. 35 p.
- Magaz, A.R. 1989. Mapa de Hipsometría. EN: Nuevo Atlas de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto de Geodesia y Cartografía. IV.1.2.3: 1.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 1998. Reglamento de la Ley Forestal No. 85. Resolución No. 330-99. Capítulo VI: Del aprovechamiento forestal. Sección séptima: Prohibiciones y limitaciones de tala. Artículo 95-96. p. 21-23.
- Parnesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* (US) 37: 637-669.
- Planos, E., River, R., Guevara, V. 2012. Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. La Habana. Instituto de Meteorología. 426 p.
- Rodríguez, P.E., Noa, N., Leyva, G., Rodríguez, B. 2009. Proyecto de Ordenación y Desarrollo de la Economía Forestal (2008-2017) para la Empresa Forestal Integral Baracoa. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 57 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, Investigadora Auxiliar, Doctora en Ciencias Forestales, miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo, profesora asistente de la Universidad de Guantánamo y miembro del Tribunal de Defensas para el otorgamiento del grado de Ingeniero Forestal de la Facultad Agroforestal de la misma, se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal, Forestaría Análoga y Productos Forestales No Maderables. Integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, es autora y coautora de varias publicaciones, y ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR EN LA EFI CIENFUEGOS. ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN

EVALUATION OF THE IMPACTS OF THE INCREASE OF THE AVERAGE LEVEL OF THE SEA IN THE EFI CIENFUEGOS. ADAPTATION STRATEGY

M.Sc. LILIANA CABALLERO-LANDÍN¹, M.Sc. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE¹, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO²,
DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO², M.Sc. GARDENIS MERLAN-MESA¹, M.Sc. IVÁN PINO-ESTOPIÑALES³ Y ELIO R.
VEGA-MARTÍNEZ³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Finca Díaz Cuevas, Oliver Km 328, Placetas, C.P. 52800, Villa Clara, Cuba, lianrora@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigaciones e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

³ Empresa Agro-Forestal Cienfuegos. Calle 63 no. 72A15 e/ 72 y 74, Pueblo Grifo, Cienfuegos, Cuba

RESUMEN

Tomando como base el escenario A1C para una sensibilidad climática alta (de 4,2 °C), se determinaron los impactos esperables que por aumento del nivel del mar afectarían a los bosques costeros de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos para los escenarios 2030, 2050 y 2085. Se evalúan para cada escenario las áreas afectadas en hectáreas y especies para cada unidad silvícola, y se hace una propuesta de estrategia de adaptación. Para fines de 2085 se deben esperar afectaciones de los bosques naturales costeros, principalmente de las especies *Rhizophora mangle* L., con 58,6 ha y *Coccoloba uvifera* Jacq. con 3,52 ha, que representan el 0,8 % del total del área de estudio. La unidad silvícola Cienfuegos será la más afectada en cuanto a la pérdida de 57,84 ha de mangles. De forma general, al finalizar 2085 se perderán 62,12 ha de bosques costeros que representan el 0,2 % de su patrimonio, las cuales quedarán sumergidas bajo el mar.

Palabras claves: bosques, cambio climático, impactos, nivel medio del mar.

INTRODUCCIÓN

Los bosques costeros –como los manglares, bosques de playa y algunas turberas pantanosas y bosques pluviales tropicales en zonas de baja altitud– desempeñan importantes funciones económicas, sociales y ambientales. El aumento del nivel del mar debido al cambio climático es una amenaza para muchos bosques costeros

ABSTRACT

Based on the A1C scenario, for a high climate sensitivity (of 4.2 °C), the expected impacts that by sea level rise would affect the coastal forests of the Cienfuegos Integral Forestry Company for scenarios 2030, 2050 and 2085. For each scenario, the affected areas in hectares and species for each silvicultural unit are evaluated and a proposal for adaptation strategy is made. By the end of 2085, the natural coastal forests should be expected to be affected mainly by *Rhizophora mangle* L., with 58.6 ha and *Coccoloba uvifera* Jacq. 3.52 ha representing 0.8 % of the total area of study. The Cienfuegos silvicultural unit will be the most affected in terms of the loss of 57.84 ha of mangroves. By the end of 2085, 62.12 ha of coastal forests will be lost, representing 0.2 % of their heritage, which will be submerged under the sea.

Key words: forests, climatic change, impacts, mean sea level.

naturales. La restauración y protección de los bosques costeros son importantes para disminuir los impactos del cambio climático (FAO, 2013). Según Álvarez y Mercadet *et al.* (2011), estos impactos ya comienzan a ocurrir y no son tan lejanos o poco probables como muchos asumen, pues las pruebas ya lo evidencian.

El nivel medio del mar (NMM) ha variado ampliamente durante miles y millones de años. Desde el último máximo glacial, hace aproximadamente 20 000 años, el NMM ha aumentado más de 120 m (GCRP-USA, 2006; citado por INSMET, 2012).

Como el nivel del mar continuará aumentando en el siglo XXI debido a la dilatación térmica y a la pérdida del hielo terrestre debido fundamentalmente al calentamiento producido por los gases de efecto invernadero (IPCC, 2007), se hace necesario el monitoreo y estudio de las zonas costeras del patrimonio forestal nacional. Este estudio se realizó en la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, y facilitará a los decisores determinar cómo el cambio climático, y en particular el ascenso del NMM, está afectando

o afectará en el futuro los bosques costeros de su patrimonio e implementará medidas de adaptación.

MATERIALES Y METODOS

El estudio de caso sobre evaluación de los impactos generados por el aumento del nivel mar, así como la formulación de las estrategias de adaptación correspondientes, fue llevado a cabo en la EFIC, ubicada en la provincia de Cienfuegos. Para el estudio de caso y su análisis se tomó una porción de territorio cerca de la línea costera con una profundidad tierra adentro de 2 km a 3 km del total del área de la empresa, y ocupada por los municipios de Abreus, Cienfuegos y Cumanayagua (*Fig. 1*).

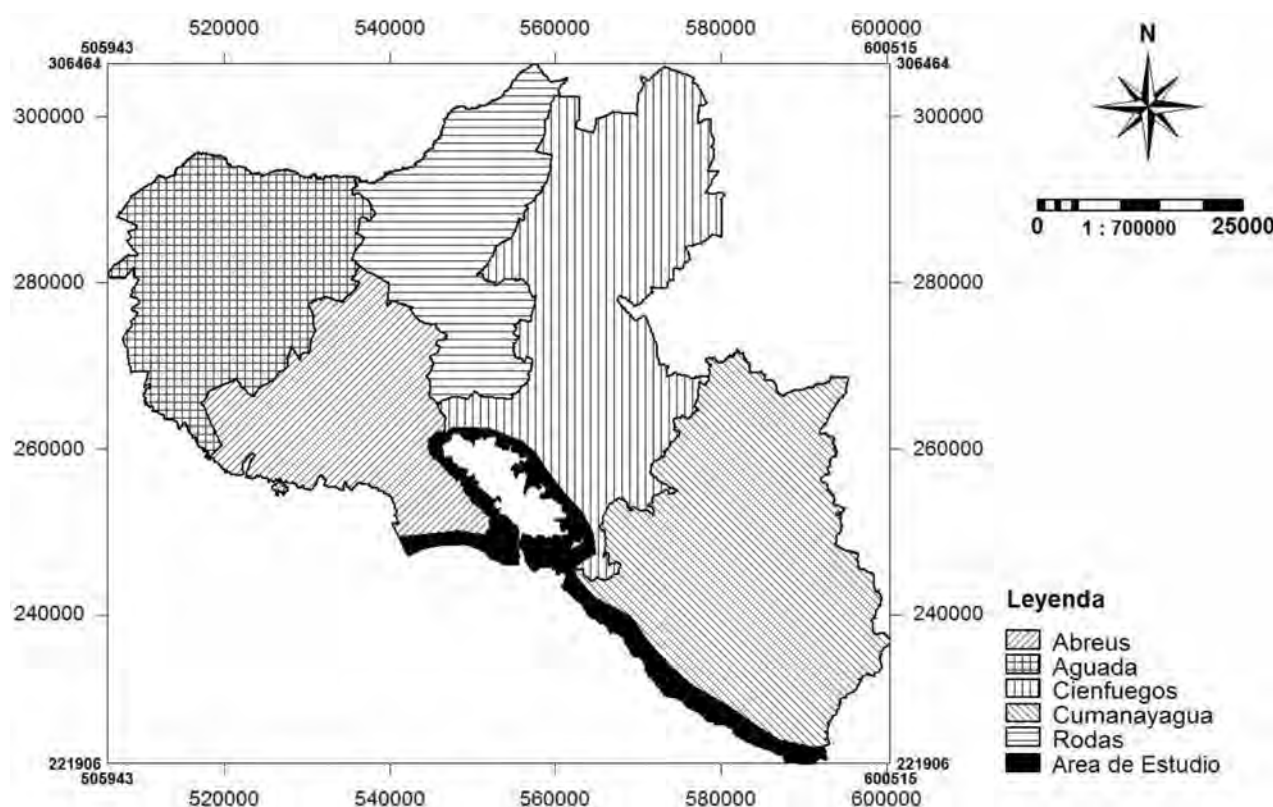


Figura 1. Ubicación de las unidades silvícolas en la EFIC y del área de estudio en la zona costera.

La EFIC, ubicada entre los 21°49'37,14" N y los 80°55'50,44" W, y los 22°34'58,05" N y 80°00'30,25" W, cuenta con una superficie total de 34 489,32 ha, de las cuales 33 499,9 ha están consideradas como áreas forestales (97,1 %) y 989,4 ha como inforestales (2,9 %). Al analizar el total de bosques, se puede decir que el 59,4 % son protectores de aguas y suelos, el 16,7 % son protectores del litoral, el 23,8 % son productores y el 0,1 % son bosques recreativos. La precipitación acumulada media anual está alrededor de los 1457 mm, con una temperatura media anual de 23,3 °C (Proyecto de Ordenación EFIC, 2006).

En la evaluación de los impactos del cambio climático y de las medidas de adaptación, en la EFIC se empleó la metodología descrita por Álvarez y Ponce (2003). Los escenarios de aumento del nivel del mar utilizados para los estudios de caso fueron 15 cm para 2030; 27 cm para 2050 y 64 cm para 2085 como máximo nivel.

El escenario a partir del cual se tomaron estos valores es el A1C, para una sensibilidad climática alta de 4,2 °C (IPCC, 2001). Se empleó este escenario teniendo en cuenta que es el adoptado para otras evaluaciones de impacto en el país, y que el nivel medio del mar está aumentando a razón de 1,43 mm/año.

Considerando los valores de elevación media del mar previsto por el escenario seleccionado y las características de la EFIC, se procedió a la determinación de las áreas afectadas en cada período. Para esto fue utilizado el sistema de información geográfico ILWIS 3.7.1 con el que se creó el modelo de elevación digital del terreno del área de estudio, que fue usado posteriormente para la determinación de las áreas en la cual la penetración del mar ocurriría.

Tomando como base la información digital colectada, se calculó a nivel de especies (*Fig. 2*) en qué período estos impactos se producirían, teniendo en cuenta la altitud sobre el terreno.

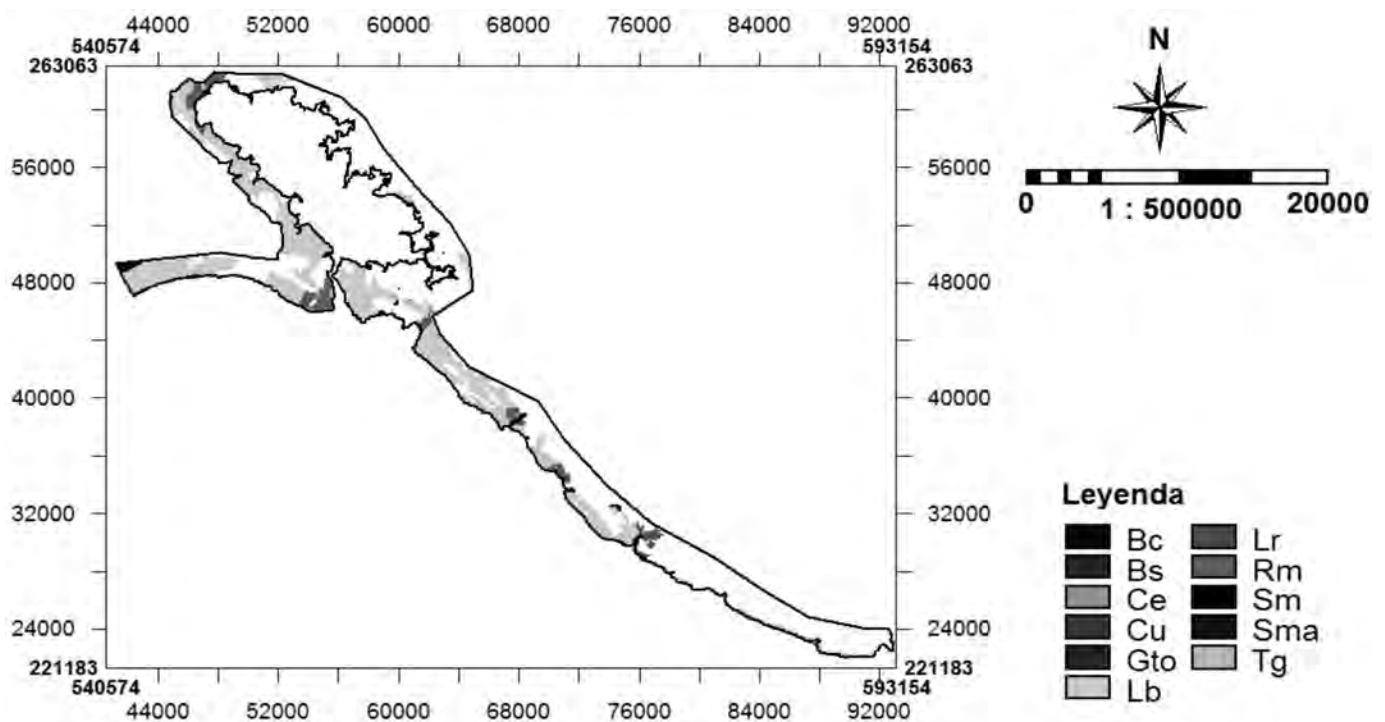


Figura 2. Distribución de las especies en el área de estudio.

La leyenda utilizada durante el trabajo para identificar las especies fue la empleada en el proyecto de ordenación definida de la siguiente forma: Bc: *Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl. (júcaro), Bs: *Bursera simaruba* (L.) Sargent (almácigo), Ce: *Conocarpus erecta* L. (yana), Cu: *Coccoloba uvifera* Jacq. (uva caleta), Gto: *Guazuma tomentosa* HBK (guásima), Lb: *Lysiloma bahamensis* Benth. (soplillo), Lr: *Laguncularia racemosa* R.G. (patabán), Rm: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), Sm: *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba del país), Sma: *Swietenia macrophylla* King. (caoba de Honduras), Tg: *Tectona grandis* L. f. (teca).

Para analizar los resultados se generó un mapa de penetración del mar representando cada

escenario, y se utilizó para realizar el análisis de penetración del mar en las unidades silvícolas áreas de penetración para las especies, por especies y unidad silvícola, y finalmente una evaluación resumen de las áreas de penetración del mar por especies, unidad silvícola y escenarios.

También se hicieron los análisis de impactos por formación boscosa (Fig. 3), obteniéndose la información de las áreas de penetración del mar por escenario por cada formación boscosa. Las formaciones boscosas que se utilizaron fueron las siguientes: Mc: Manigua costera, Mg: Manglar, Uv: Uveral, Scf-a: Semicaducifolio sobre suelo ácido., Scf-c: Semicaducifolio sobre suelo calizo.

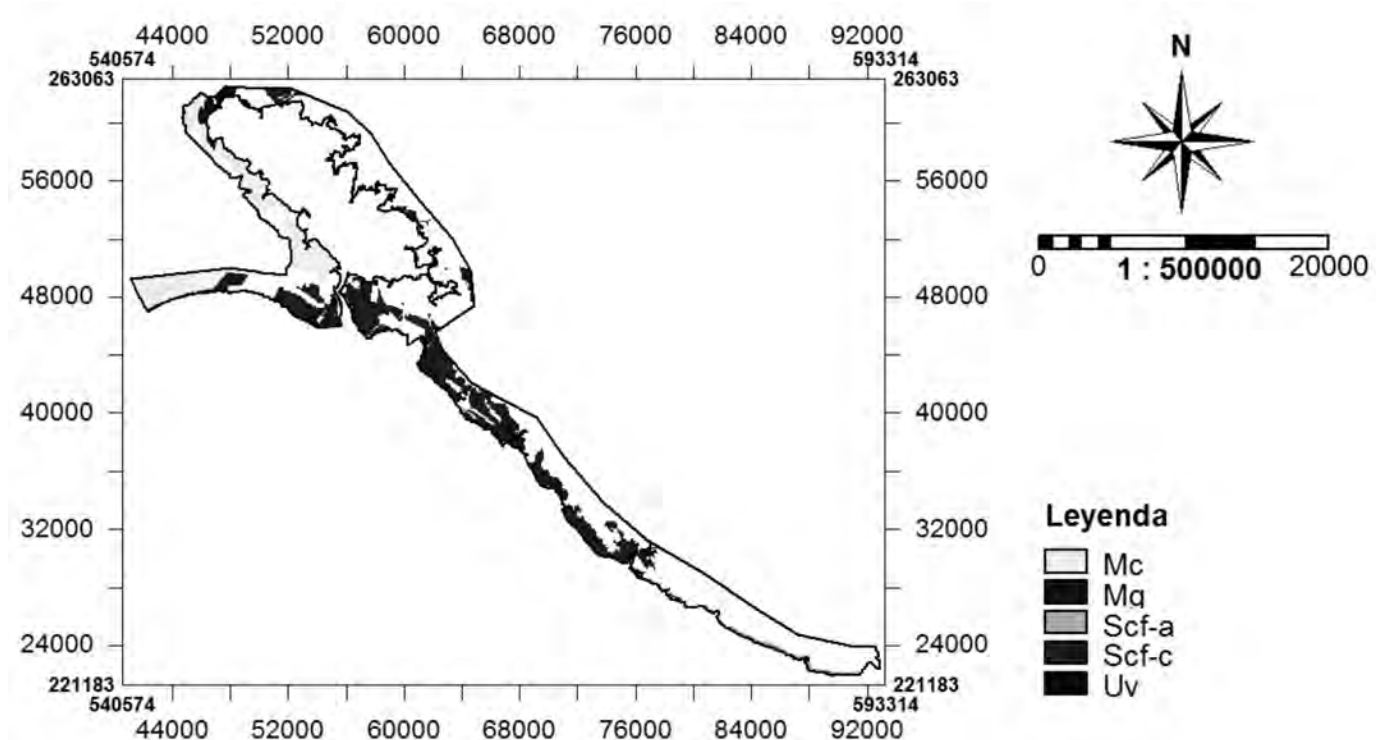


Figura 3. Distribución del área de estudio por formaciones boscosas en la EFIC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona de la costa sur de la provincia de Cienfuegos, comprendida en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral del mismo nombre, el ecosistema Manglar no se desarrolla a lo largo de toda la costa como en otras provincias. Esta formación como tal se desarrolla en las áreas ba-

jas de la desembocadura de los ríos en la costa sur de la provincia. Dentro del área de estudio, *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) se encuentra en áreas compactas donde la sucesión de las demás especies que forman el manglar es muy pobre y en ocasiones no existe. Las demás áreas

cercanas a la costa, con una altura suficiente para que el mar no las inunde, están cubiertas de bosques naturales de *Lysiloma bahamensis* Benth. (soplillo), unos kilómetros de *Coccoloba uvifera* Jacq. (uva caleta) y de la manigua costera (Dinámica EFIC, 2013).

En el caso de las especies *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán) y *Conocarpus erecta* L. (yana), se encuentran en zonas también compactas; la primera ocupando áreas en la

parte sureste de la costa y la segunda en la parte sur de la costa, como sucesión después de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo). En el caso del patabán, ocupa áreas de la unidad silvícola Cumanayagua, donde es predominante con relación al mangle rojo, que solo aparece en pequeñas áreas.

Como un resultado importante, se obtuvo el mapa de penetración del mar en las áreas de la EFIC para los tres escenarios en estudio (Fig. 4).

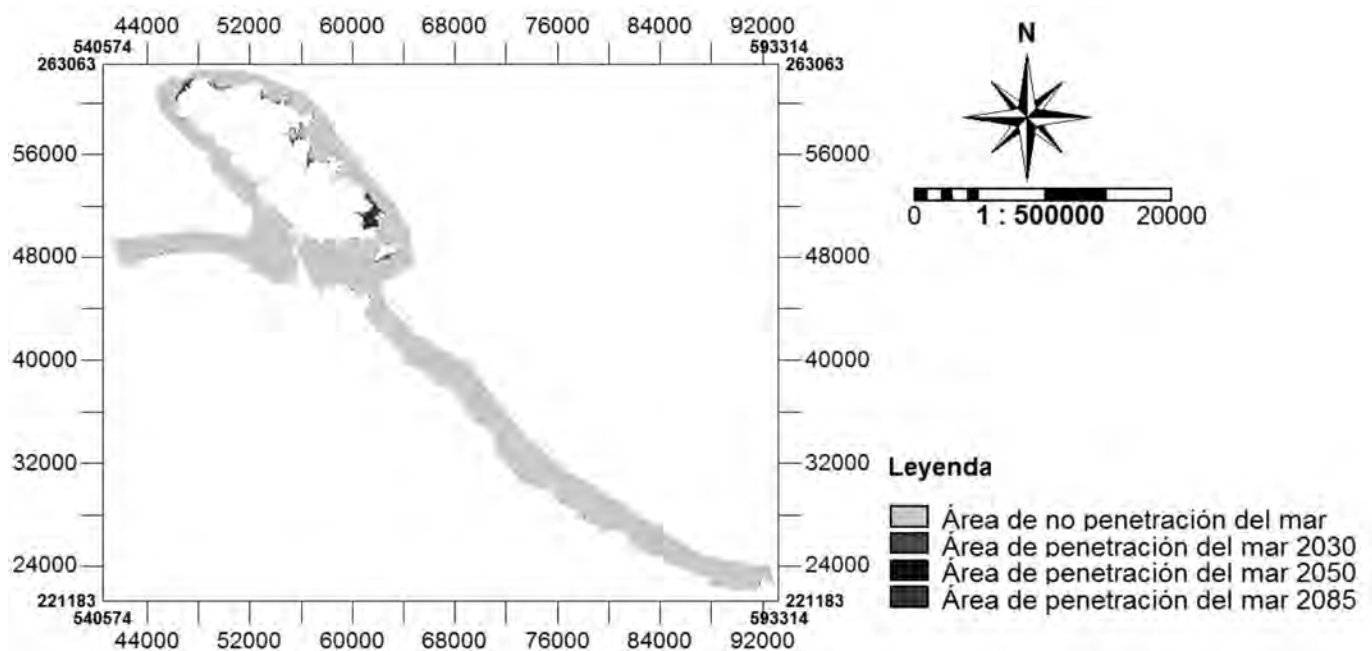


Figura 4. Área de penetración del mar para cada escenario.

Como se puede apreciar en la *Tabla 1*, en los tres escenarios la unidad silvícola que más se afectará será Cienfuegos, de ahí la necesidad de tomar medidas para adaptarse a este impacto. Las dos unidades restantes deben continuar el monitoreo de sus áreas

para detectar a tiempo alguna afectación por la variación de los escenarios. En general, la empresa al finalizar 2085 perderá 62,12 ha de sus bosques costeros que estarán totalmente inundados (*Tabla 1*), lo que representa solo el 0,8 % de sus áreas.

Tabla 1. Área de penetración del mar por unidades silvícolas y escenarios (ha)

Unidades silvícolas (US)	Área de no penetración	Escenarios			Área afectada en los tres escenarios	Total del área de la US
		2030	2050	2085		
Abreus	876,04	0,00	0,12	3,40	3,52	879,56
Cienfuegos	4292,76	9,56	8,88	39,40	57,84	4350,60
Cumanayagua	2616,44	0,12	0,16	0,48	0,76	2617,20
Total	7785,24	9,68	9,16	43,28	62,12	7847,36

La elevación del nivel del mar en 15 cm prevista para 2030 tendrá su mayor impacto negativo para la especie *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), con una afectación de 9,68 ha. Esta especie se afectará debido a que los neumatóforos, imprescindibles para la respiración, quedarán bajo el agua del mar permanentemente.

Para el escenario 2050, con 27 cm de elevación del nivel del mar, la especie *Coccoloba uvifera* Jacq. aparece con pérdidas en áreas

(0,12 ha), no tan significativas comparadas con el total del área, pero igualmente una pérdida. A la par, continúa la penetración de las áreas de *Rhizophora mangle* L. con 9,04 ha. Ya para 2085, con un escenario de aumento del nivel del mar de 64 cm, los impactos negativos se incrementarán para la especie *Rhizophora mangle* L., y un poco menos para *Coccoloba uvifera* Jacq., con penetración del mar de 39,88 ha y 3,4 ha respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Áreas de penetración del mar por especies y por cada escenario (ha)

Especies	Área de no penetración	Escenarios			Área afectada en los tres escenarios	Total
		2030	2050	2085		
Bc	81,00					81,00
Bs	23,12					23,12
Ce	27,64					27,64
Cu	43,40		0,12	3,40	3,52	46,92
Gto	0,08					0,08
Lb	6700,28					6700,28
Lr	173,36					173,36
Rm	710,72	9,68	9,04	39,88	58,6	769,32
Sm	0,36					0,36
Sma	15,96					15,96
Tg	9,32					9,32
Total	7785,24	9,68	9,16	43,28	62,12	7847,36

El análisis de penetración del mar por especies que se verán afectadas en cada unidad silvícola se presenta en la Tabla 3. Se observa que las especies *Rhizophora mangle* L. y *Coc-*

coloba uvifera Jacq. son las más perjudicadas debido al aumento del nivel del mar, afectándose 58,6 ha y 3,52 ha, respectivamente, al finalizar 2085.

Tabla 3. Áreas de penetración del mar por especies y unidades silvícolas (ha)

Especies	Área de no penetración	Unidades silvícolas			Área afectada por Sp	Total
		Abreus	Cienfuegos	Cumanayagua		
Bc	81,00				0,00	81,00
Bs	23,12				0,00	23,12
Ce	27,64				0,00	27,64
Cu	43,40	3,52			3,52	46,92
Gto	0,08				0,00	0,08
Lb	6700,28				0,00	6700,28
Lr	173,36				0,00	173,36
Rm	710,72		57,84	0,76	58,60	769,32
Sm	0,36				0,00	0,36
Sma	15,96				0,00	15,96
Tg	9,32				0,00	9,32
Total	7785,24	3,52	57,84	0,76	62,12	7847,36

Al observar la distribución espacial de dichas especies, se puede decir que las unidades silvícolas con áreas más afectadas serían las de Cienfuegos y Abreus con 57,84 ha y 3,52 ha, respectivamente, ya que la de Cumanayagua solo tiene 0,76 ha afectadas (*Tabla 3*).

Como la costa sur de la provincia es bastante alta y abundante en diente de perro, escasea la aparición del ecosistema manglar dentro de las áreas del patrimonio de la EFIC, y solo se presenta en determinadas áreas más bajas y que usualmente coinciden con la desembocadura de los ríos.

De ahí que la empresa deba encaminar sus esfuerzos al desarrollo de los programas de reforestación en las áreas donde no habrá penetración del mar y que cubre una superficie de 710,72 ha, así como realizar labores de conservación de estos reductos de manglares. La elevación del nivel medio del mar podría contribuir a una reducción drástica de las áreas de manglar y a la desaparición de otras

especies vegetales y de la fauna que puedan estar asociadas a este ecosistema.

En el caso de la especie *Lysiloma bahamensis* Benth. (soplillo), aunque no se encuentra en estado de peligro por causa de inundación de su área natural por la penetración del mar, y que se encuentra formando bosques naturales en la zona, hay que darle un adecuado seguimiento, ya que podría ser afectada por la sobreexplotación de sus áreas, y en la actualidad este ecosistema actúa como la primera defensa contra las salpicaduras del mar tierra adentro. La *Tabla 4* muestra un resumen de las áreas de penetración del mar por unidades silvícolas, especies y escenario, que estarán ocurriendo en los períodos analizados.

Como se puede apreciar en la *Tabla 5*, de las formaciones que conforman la zona costera y bajo el patrimonio de la EFIC, la formación boscosa que más se afectará con el aumento del nivel del mar para los tres escenarios será el manglar, con resultados desfavorables para la biodiversidad de esta importante área.

Tabla 4. Resumen de las áreas de penetración del mar por unidades silvícolas, especies y escenarios (ha)

Unidad silvícola	Escenarios	Especies		Total
		Cu	Rm	
Abreus	2030	0,00	0,00	0,00
	2050	0,12	0,00	0,12
	2085	3,40	0,00	3,40
Subtotal para los tres escenarios		3,52	0,00	3,52
Cienfuegos	2030	0,00	9,56	9,56
	2050	0,00	8,88	8,88
	2085	0,00	39,40	39,40
Subtotal para los tres escenarios		0,00	57,84	57,84
Cumanayagua	2030	0,00	0,12	0,12
	2050	0,00	0,16	0,16
	2085	0,00	0,48	0,48
Subtotal para los tres escenarios		0,00	0,76	0,76
Total para los tres escenarios		3,52	58,60	62,12

Tabla 5. Áreas de penetración del mar por escenarios y formación boscosa

Escenarios	Formación boscosa	Área (ha)
2030	Mg	9,68
	Total	9,68
2050	Mg	9,04
	Uv	0,12
	Total	9,16
2085	Mg	39,88
	Uv	3,40
	Total	43,28
Área de no penetración del mar	Mc	2631,12
	Mg	938,22
	Scf-a	124,76
	Scf-c	4034,46
	Uv	56,68
	Total	7785,24

Medidas de adaptación

En las áreas de manglar, que van a ser afectadas en los tres escenarios y unidades silvícolas atendiendo a las especies, y considerando que en esta empresa las áreas de la especie es bastante restringida si se compara con otras, se proponen como medidas de adaptación:

1. Establecer un sistema de monitoreo permanente de la zona del litoral que permita conocer sistemáticamente cómo va evolucionando esta área con el aumento del nivel del mar y qué efectos se están produciendo sobre sus recursos forestales.
2. Suspender toda acción de aprovechamiento en la faja de bosques costeros. Solo aprovechar aquellos individuos que se consideren muertos o en este proceso, y utilizar su madera principalmente como leña y/o para la producción de carbón vegetal.
3. Recategorizar como *Bosques protectores del litoral* los clasificados actualmente como *Bosques productores* en la faja de bosques costeros y que se corresponden con la especie *Lysiloma bahamensis* Benth. (soplillo) que, aunque no están en contacto directo con el mar, sí forman la primera barrera protectora del litoral en ausencia del manglar y su ecosistema.
4. Rehabilitar las áreas afectadas, ya sea por medio de plantaciones o siembra directa, para lo cual será necesario realizar una va-

loración previa por área y determinar, en dependencia de las condiciones existentes (salinidad, inundaciones, etc.), qué especies emplear y cuál método de reforestación usar. Este aspecto debe ser bien analizado, ya que aún subsisten deficiencias tales como la inadecuada selección de especies y de sitios para la reforestación y bajos niveles de supervivencia y logros de las plantaciones (Álvarez, Mercadet *et al.*, 2011).

5. Realizar acciones de educación ambiental con la población, los tomadores de decisiones y en los centros educacionales.
6. Todas las áreas donde se apliquen estas medidas deberán ser previamente identificadas, evaluadas y analizados los posibles riesgos de éxito del proceso, en base a sus condiciones específicas actuales, a fin de evitar costosos fracasos futuros, lo cual debe ser adecuadamente incorporado al proyecto de ordenación forestal de la empresa.
7. Si en la zona existen especies incluidas en la Resolución 160 (CITMA, 2011) y para las cuales sería necesario adoptar medidas de protección, se debe realizar la localización de sus existencias y acometer la producción de plántulas destinadas al enriquecimiento de esas formaciones boscosas y a la conservación *ex situ* de las mismas en otras áreas de la propia empresa.

CONCLUSIONES

- El futuro aumento del NMM solo afectará un área pequeña de la EFIC, debido a las características topográficas de la costa sur de dicha provincia.
- A fines de 2085 la EFIC debe esperar afectaciones físicas de sus bosques naturales costeros, principalmente en las especies *Rhizophora mangle* L. y algo menos en *Coccoloba uvifera* Jacq., que representan el 0,8 % del total del área de estudio y el 0,2 % del total de área de la EFIC.
- De las unidades silvícolas, la de Cienfuegos será la más afectada por la pérdida de más de 57 ha de manglares.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A. *et al.* 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ministerio de la Agricultura. Cuba. 248 p.

- Álvarez, A., Ponce, D. 2003. "Impactos del cambio climático sobre el sector forestal cubano: Segunda evaluación". Informe final del Subproyecto 11.25.01 "Reanálisis y regionalización de los impactos del cambio climático". Proy 11.25 El cambio climático y el sector forestal: Segunda aproximación. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 43 p.
- CITMA. 2011. Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. Resolución 160. 83 p.
- Dinámica Empresa Forestal Integral Cienfuegos (EFIC). 2013. Información cartográfica digital de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. EFIC. Cienfuegos. Cuba.
- FAO. 2013. Respuestas del manejo ante el Cambio Climático. En: Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. FAO, Roma, Italia.
- GCRP-USA. 2006. Our changing climate. [Internet]. Disponible en: <http://www.gcric.org/NationalAssessment/index.htm>. 29 p.
- INSMET. 2012. Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. La Habana. INSMET. Cuba. 520 p.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. Grupo de Trabajo III. 35 p.
- IPCC. 2007. Cambio Climático – Bases Científicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. (ISBN 978 052188009-1 Libro, 978 0521 70596-7 Folleto). [Internet]. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/>
- Proyecto de Ordenación EFIC. 2006. Información digital del proyecto de ordenación de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. EFIC, Cienfuegos, Cuba.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Liliana Caballero-Landín

Graduada de Ingeniera Forestal en la Universidad de Pinar del Río, Cuba, obtuvo el título de M.Sc. de la Geoinformación y Observación de la Tierra en la Universidad de Wageningen, Holanda. Se desempeña como investigadora del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales en la Unidad Experimental de Base existente en Placetas, Villa Clara, Cuba. Forma parte del equipo institucional que desde principios del presente siglo desarrolla actividades encaminadas a la formulación del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano, atendiendo en ese contexto las provincias de Villa Clara y Cienfuegos.

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
- Diseminación 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.

FORMULACIÓN DEL ÍNDICE DE DEFICIENCIA EVAPOTRANSPIRATIVA. UNA HERRAMIENTA PARA LOS ESTUDIOS DE EVOLUCIÓN DE LA ARIDEZ

FORMULATION OF THE EVAPOTRANSPIRATIVE DEFICIENCY INDEX. A TOOL FOR THE STUDIES OF EVOLUTION OF THE ARIDITY

LIC. LORGE ACOSTA-BROCHE¹, LIC. ZOLTAN I. RIVERO-JASPE² Y LIC. RÓGER E. RIVERO-VEGA²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal de Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte No. 178, Los Coquitos, Camagüey, Cuba, camaguey@forestales.co.cu.

² Centro Meteorológico de Camagüey. Carretera de Nuevitas, Km 7 ½, Camagüey, Cuba, Apdo. 160, C.P. 70100, zoltan@met.cmw.inf.cu; roger@met.cmw.inf.cu

RESUMEN

La combinación del aumento de la temperatura y la disminución de las precipitaciones se ha identificado como el principal impacto al que se enfrentarán las especies y formaciones forestales de distribución mediterránea en la provincia de Camagüey ante el cambio climático en progreso. No obstante a medirse de manera independiente, ambas variables actúan al unísono sobre los sistemas agrícolas y forestales, y dan lugar a distintas categorías de aridez. Basado en las ecuaciones del submodelo abiótico del modelo ForClim de Bugmann y Solomon (2000) y Bugmann y Cramer (1998), se formuló un índice edafoclimático (IDEt) que determina el grado de deficiencia evapotranspirativa anual y también en pasos mensuales de una unidad de suelo real, añadiéndoles a los parámetros climatológicos las variables capacidad de campo y profundidad efectiva del suelo.

Palabras claves: aridez, cambio climático, índice edafoclimático.

ABSTRACT

The combination of the increase in temperature and the decrease of the precipitations has been identified as the main impact of the climatic change on the forest species and formations of Mediterranean distribution in the province of Camagüey. Nevertheless to be measured in an independent way, both variables act to the unison on the agricultural and forest systems and they propitiate different categories of aridity. Based on the equations of the abiotic sub model of the model ForClim of Bugmann and Solomon (2000) and Bugmann and Cramer (1998) an edaphoclimatic index (IDEt) was formulated. The IDEt determines the rate of both annual and monthly evapotranspirative deficiency of a unit of real soil, adding to the climatological parameters, the variable field capacity and effective depth of the soil.

Key words: aridity, climatic change, edaphoclimatic index.

INTRODUCCIÓN

En los estudios de impacto del cambio climático sobre sistemas forestales, una vez determinados los valores de las variables climáticas principales, tanto para el clima base como para los escenarios futuros, es conveniente combinarlos para evaluar cómo actúan de conjunto, pues solo en contadas excepciones una sola variable determina las condiciones de vida de una especie. Con este fin se utilizan los índices bioclimáticos que tratan de definir o caracterizar

climas y paisajes usando un solo parámetro, y que puede estar relacionado con la productividad y otros aspectos relevantes de ecosistemas actuales o potenciales presentes en un área dada (Rivero, 2008).

Según Markesteijn (2010), la disponibilidad de agua en el suelo determina la composición, la estructura de la comunidad y el funcionamiento de los bosques tropicales. En el caso particular de la provincia de Camagüey, donde

las variaciones de temperatura entre los valores extremos no superan los 1,1 °C (Acosta *et al.*, inédito), la distribución y el crecimiento de las especies manejadas en plantaciones forestales los determinan el tipo de suelo y su contenido de humedad.

No obstante a la existencia y utilización de varios índices de aridez, índice radiactivo de sequía de Budyko, índice de aridez del PNUMA, índice de Riabchikov y el índice de aridez ecológica, Rivero (2008), ninguno de los que se utilizan en las ciencias forestales ha sido adaptado a las condiciones climáticas de Cuba. En este caso, y con el fin de hacer evaluaciones a escala local, es pertinente incluir en un solo índice la influencia de las variables climáticas principales y del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este índice tiene similitudes en sus preceptos teóricos con el índice de aridez ecológica (R) y el índice de aridez del PNUMA (K), según estos fueron discutidos por Rivero (2008); sin embargo, la inclusión de la influencia de variables del suelo lo convierte en un índice edafoclimático sin referencias conocidas en la literatura.

Para su formulación se utilizó la propuesta de Bugmann y Solomon (2000) en la versión 2.9 del modelo ForClim, complementada con las ecuaciones de la versión 2.6 (Bugmann y Cramer, 1998).

Las variables climáticas principales utilizadas fueron temperatura media (T), temperatura mínima media (Tn), temperatura máxima media (Tx) y acumulado de precipitaciones (P), todas en pasos mensuales.

El balance hídrico se calculó según el modelo de Budyko-Sellers (Rivero *et al.*, 2009; Sellers, 1970) y la Evapotranspiración potencial (E_0) según el método de Hargreaves (Allen *et al.*, 1998), calibrado según el método estándar de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del índice

La formulación tiene en cuenta las variables climáticas principales y la capacidad específica de retención de agua propia de cada tipo de

suelo, determinada por su capacidad de campo en por ciento (cc) y profundidad efectiva en milímetros (pef).

De acuerdo a Bugmann y Solomon (2000), esta es la ecuación para especies perennifolias:

$$uDr = 1 - \sum_{Tm \geq k} \frac{Em}{Dm} \quad (\text{ec. 1})$$

$m = 1, 2 \dots 12$

donde:

Tm : Temperatura mensual media

k : Valor de la temperatura umbral.

En las especies forestales tropicales $k \approx 8$ °C (Bugmann, com. pers.) y Em es la evapotranspiración desde el suelo, que se asume que es el menor valor entre las funciones demanda (Dm) y suministro (Sm). La condición $Tm \geq k$ se basa en que las especies perennifolias pueden fijar CO_2 siempre que la temperatura media sea mayor que la temperatura umbral, cosa que ocurre siempre en las condiciones climáticas de Camagüey. Así:

$$IDE = 1 - \sum_{(ene-dic)} \frac{Em}{Dm} \quad (\text{ec. 2})$$

Por su parte, Em , según Bugmann y Cramer (1998), se calcula de esta forma:

$$Em = \min(Sm, Dm) \quad (\text{ec. 3})$$

A su vez, Sm se calcula relacionando la humedad media del suelo (Ωm) con la máxima capacidad retentiva del mismo (Ωmax), para lo cual se utiliza la ecuación:

$$Sm = cw \frac{\Omega m}{\Omega max} \quad (\text{ec. 4})$$

Debido a que la función Sm y la humedad media del suelo para un mes (wm) calculada por el método de Budyko-Sellers representan la capacidad máxima de agua disponible que puede perder el suelo por evapotranspiración, se propone sustituir en la ecuación 3 el término Sm por wm . Este último se determina según la ecuación:

$$wm = \frac{w1m + w2m}{2} \quad (\text{ec. 5})$$

A su vez:

$$w2m = Pm + w1m - E_1m - S_1m \quad (\text{ec. 6})$$

donde:

$w1m$ y $w2m$: Humedad del suelo a comienzos y finales del mes

Pm : Precipitación mensual

E_1m : Evapotranspiración real

S_1m : Exceso de agua o escurrimiento

Obsérvese que la $w2m$ de un mes cualquiera (m) resulta ser la $w1m$ del mes siguiente ($m + 1$).

Al modificar la ecuación 3 se obtiene:

$$Em = \min(wm, Dm) \quad (\text{ec. 7})$$

La función demanda (Dm) es igual al estimado de la evapotranspiración potencial (E_0) y se calcula mediante la ecuación:

$$E_{om} = 0.0022 \times Ra_m \times \sqrt{T_{x_m} - T_{n_m}} \times T_{m_m} + 17.8 \quad (\text{ec. 8})$$

Siendo Ram el equivalente de la radiación solar extraterrestre en milímetros de agua evaporada. Esta variable astronómica es función solo de la latitud geográfica y la época del año.

La influencia de las características específicas de cada unidad de suelo es captada cuando en la ecuación 6 se calcula la evapotranspiración real (E_1m) de esta forma:

$$\text{Si } wm > wk, \text{ entonces } E_1m = E_0m \quad (\text{ec. 9})$$

De lo contrario:

$$\text{Si } wm < wk, E_1m = (wm / wk) \times E_0m \quad (\text{ec. 10})$$

Por su parte, wk se calcula multiplicando el parámetro k por la máxima capacidad de agua contenida en una unidad de suelo ($wmax$), o sea:

$$wk = k \times wmax \quad (\text{ec. 11})$$

y

$$wmax = \frac{cc \times pef}{10_0} \quad (\text{ec. 12})$$

De esta forma la ecuación final del $IDEt$ sería:

$$IDEt = 1 - \sum_{(ene-dic)} \frac{\min(wm, E_0)}{E_0} \quad (\text{ec. 13})$$

Lo que implica que en el mes que $wm \geq E_0$ no existe déficit evapotranspirativo, y lo contrario cuando $wm < E_0$.

Debido a que el $IDEt$ cuantifica el porcentaje de déficit de agua en el suelo en función de la satisfacción de la demanda (E_0) y es análogo al índice de aridez del PNUMA (K), se propone clasificar los suelos en función de sus valores anuales de esta forma: $1 \geq IDEt \geq 0,7$ muy seco; $0,7 \geq IDEt \geq 0,5$ seco; $0,5 \geq IDEt \geq 0,35$ subhúmedo seco; $0,35 \geq IDEt \geq 0,05$ subhúmedo; $0,05 \geq IDEt \geq 0$ húmedo. Para ilustrar esta clasificación se muestra el mapa de deficiencia evapotranspirativa para el clima actual del municipio de Camagüey (*Fig. 1*).

Debido a que el $IDEt$ se calcula también en pasos mensuales, el análisis de su marcha anual puede utilizarse para relacionar las fases fenológicas con las condiciones de aridez propias de cada mes del año. En la *Fig. 2* se ejemplifica para las condiciones del municipio de Camagüey en el clima base y en los escenarios de cambio climático para 2050 y 2100.

La escala espacial en que operan los índices climáticos suele ser su principal limitante a la hora de evaluar su relación con los sistemas naturales a escala local. En tal sentido el índice de severidad de sequía de Palmer (PDSI) y el índice de humedad de cultivos (CMI) asumen que las propiedades del suelo son uniformes en zonas que ocupan entre 7000 y 100 000 km². Sin embargo, en realidad los parámetros edáficos son muy variables a pequeñas escalas (Narasimhan y Srinivasan, 2005).

La teoría que soporta a los índices PDSI, K, R y CMI hace que en su comportamiento prevalezca la influencia de las variables climáticas. Así, en las condiciones de la provincia de Camagüey la escasa variabilidad espacial de las temperaturas determina que los valores del índice K estén condicionados por el acumulado de las precipitaciones, correspondiendo a los territorios más lluviosos los climas húmedos y subhúmedos, observándose un gradiente de humedad noreste-sudoeste (Rivero, 2008).

Como se muestra en las ecuaciones 9-12, los valores del $IDEt$ a pequeña escala (unidades de suelo) en condiciones iguales de clima (municipios) dependen de la capacidad que tenga

el suelo de retener agua (ec. 12). Por lo tanto, debido a la gran variedad de suelos que posee la provincia (IS, 1988), unido a su irregular distribución espacial y a la diversidad en cuanto a

la profundidad efectiva, no aparecen gradientes horizontales de aridez, y unidades de suelo adyacentes pueden ubicarse en los extremos opuestos de la clasificación.

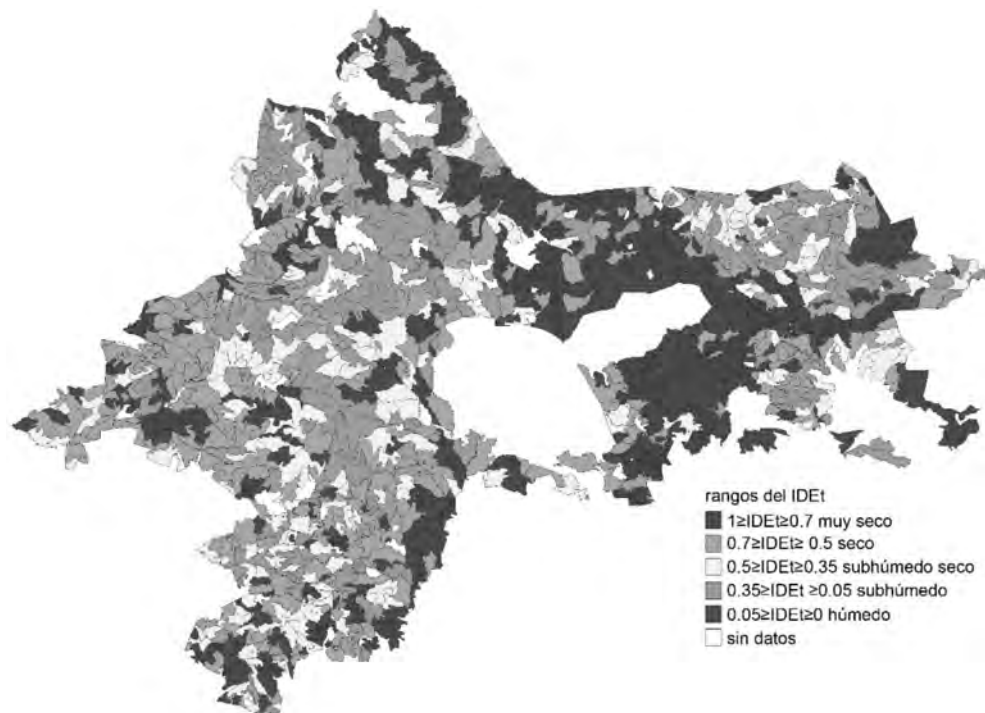


Figura 1. Distribución espacial del IDEt en el municipio de Camagüey en el período 1976-2005 (clima base).

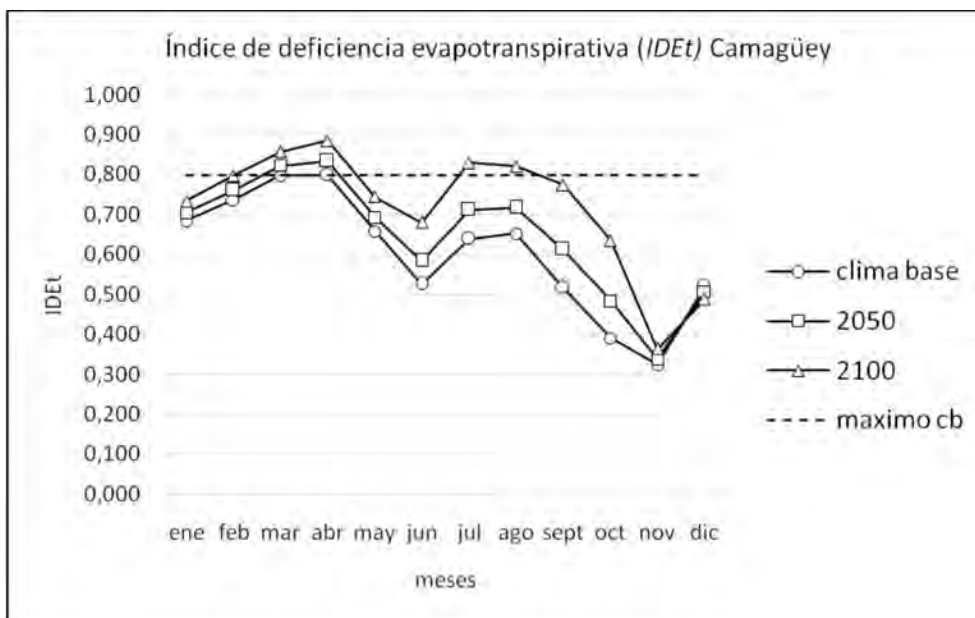


Figura 2. Marcha anual del IDEt en el municipio de Camagüey para el clima base y los años 2050 y 2100.

Como promedio, cada unidad de suelo de la provincia posee una extensión superficial de 1,3 km², teniendo en cuenta que el mapa de suelos contiene 12 176 unidades (IS, 1988) y que según ACC (1989), la provincia cuenta con una extensión superficial de 15 837 km². De esta forma el estudio de la evolución de la aridez en la provincia a través del *IDEt* posibilitará determinar de forma más realista y puntual la influencia de las variaciones climáticas en la distribución de las especies y formaciones forestales.

CONCLUSIONES

- El *IDEt* captura las diferencias entre unidades de suelo con diferentes capacidades de retención de agua bajo condiciones de clima semejantes (municipios) y en unidades de suelo semejantes en climas diferentes (escenarios futuros).
- La escala en que opera el *IDEt* permite determinar diferencias de aridez entre unidades de suelo adyacentes.
- El análisis de la marcha anual del *IDEt* posibilita relacionar las condiciones de humedad del suelo con las fases fenológicas de la vegetación.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Lorge Acosta Broche

Licenciado en Biología, especialista de la Estación Experimental Agro-Forestal de Camagüey, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Ecología Vegetal y el Impacto del Cambio Climático, particularmente la evolución de la aridez en el sector forestal de la provincia de Camagüey. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados satisfactorios.

BIBLIOGRAFÍA

- ACC. 1989. Atlas de Camagüey. Instituto de Geografía / Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba. 114 p.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome. FAO. 300 p.
- Bugmann, H., Solomon, A. 2000. Explaining forest composition and biomass across multiple biogeographical regions. *Ecological Applications* (US) 10(1):95-114.
- Bugmann, H., Cramer, W. 1998. Improving the behaviour of forests gaps models along drought gradients. *Forest Ecology and Management* (NL) 103: 247-263.
- Instituto de Suelos (IS). 1988. Mapa de suelos de Camagüey. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Camagüey. UCTB Suelos Camagüey.
- Markesteijn, L. 2010. Drought tolerance of tropical tree species; functional traits, trade-offs and species distribution. PhD. Thesis, Wageningen University, Wageningen, NL. ISBN 978-90-8585-534-7: 204 p.
- Narasimhan B., Srinivasan, R. 2005. Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring. *Agricultural and Forest Meteorology* (NL) 133: 69-88.
- Rivero, R.E. 2008. Workbook on climate change impact assessment in agriculture. Basic knowledge, methodologies and tools. ISBN 978-976-95260-1-3. 142 p.
- Sellers, W.D. 1965. *Physical Climatology*. Chicago. University Press. 272 p.

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.

OCHO INDICADORES VALORATIVOS FUNCIONALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE TERRITORIOS DEGRADADOS EN CUBA

EIGHT FUNCTIONAL VALUATION INDICATORS, FOR THE ECOLOGICAL RESTORATION OF DEGRADED TERRITORIES IN CUBA

EVERARDO DE LA CARIDAD PÉREZ-CARRERAS¹ Y LIC. ALEXIS R. FALS-PÉREZ²

¹ Dr. Ciencias Biológicas, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Circunvalación Norte, Camagüey. Cuba, everardo.perez@reduc.edu.cu, teléfono: 261593, 234101

² Empresa Geominera Camagüey, Carretera Central Este Km 3^{1/2}, Camagüey

RESUMEN

El objetivo de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) es rescatar territorios degradados y suministrar una herramienta práctica y científico-metodológica para la recuperación de suelos y el tapiz forestal de sitios silvestres impactados. Se estudian 8 IVF en esta primera parte del trabajo, basados en las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de las habilidades: a) adaptativas o de supervivencia en el sitio silvestre; b) reproductivas, regenerativas y propagación; c) competitivas o de predominio poblacional de los grupos funcionales de especies, que ocupan nichos ecológicos, según etapas sucesionales. Como estado de resultados, los indicadores forman parte de la Metodología de Restauración Ecológica Terrestre para Cuba. Como conclusiones, las tres estrategias incluyen los grupos funcionales de especies participantes desde el primer al cuarto nivel sucesional, con taxones: Pioneros (Exuberantes), Colonizadores (Oportunistas, Restauradores, Reparadores), Estabilizadores (Austeros, Resistentes, Eficientes) y Rezagados (Retardados), reforestando con métodos silvícolas de probada efectividad y aplicación en Cuba.

Palabras claves: restauración, pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas.

ABSTRACT

The objective of Functional Values Indicators (IVF) is to rescue degraded areas and provide a practical and scientific - methodological tool for the recovery of soils and the forest tapestry of impacted wild sites. 8 IVF are studied in this 1st part, based on the Strategies of the Functional Groups of Species, in the context of the following abilities: A) Adaptive or Survival skills in the wild site, B) Reproductive, Regenerative and Propagation and C) Competitive or population predominant the functional groups of species, which occupy ecological niches, according to successional stages. As a result, the indicators are part of The Terrestrial Ecological Restoration Methodology for Cuba. As a conclusion, the 3 strategies include the functional groups of species from the 1st to 4th successional level, with taxa: Pioneers (Exuberant), Colonizers (Opportunists, Restorers, Repairers), Stabilizers (Austere, Resistant, Efficient) and Retarded), Re-forestry, with silvicultural methods of proven effectiveness and application in Cuba.

Key words: restoration, pioneering, colonizer, stabilizing and retarded.

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) que se evaluaron y presentan en este resultado persiguen la orientación científica y metodológica de la rehabilitación integral, de las condiciones naturales y seminaurales de los sitios silvestres degradados, facilitando guiar los planes de manejos silvícolas, con

medidas efectivas y económicas, que incluyen acciones restauradoras para los suelos, flora, vegetación, fauna asociada y otros elementos bióticos y abióticos, según las condiciones de cada localidad, introduciendo diferentes criterios de especialistas forestales y campesinos para evaluar sitios degradados, contribuyendo

al enriquecimiento científico-metodológico de la Ecología Forestal Tropical Cubana, que incluye la Ecotecnología de Reforestación Sucesional, la Forestería Análoga, entre otras acciones efectivas actualmente.

Los principios que sustentan la aplicación funcional de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) o de Rehabilitación de los sitios silvestres ecológicamente degradados permiten corroborar que, al valorar los diferentes niveles de la degradación del ecosistema seleccionado y evaluado desde medio a muy fuertemente tensionado, se constata la existencia potencial de algunos valores de la biota a rescatar, proteger y fomentar, y que cumplan una función ecológica en el sitio y faciliten la rehabilitación integral en diferentes plazos, siendo justificado además por la ubicación geográfica del sitio degradado, justificándose socioeconómicamente la restauración. Las zonas a rehabilitar deben permitir que se ejecuten programas de recuperación forestal integral, con planes de manejo diferenciados, incluyendo la zonificación funcional del paisaje local, la restauración de la salud de hábitats y nichos ecológicos del sitio y el equilibrio dinámico del mismo, mejorando las condiciones higiénico-sanitarias y económicas del territorio y de sus habitantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron los resultados científicos de diferentes obras de autores individuales y de varios colectivos de autores, desde 1950 hasta 2015. Se analizaron datos de varias instituciones, entre ellas de los Institutos de Meteorología, Suelos, INRH, Empresa Forestal Integral, Servicio Estatal Forestal, Ministerio de la Agricultura, GEOCUBA y ENIA.

Se procesan diferentes datos sobre las formaciones vegetales, florísticas y fitocenológicas de las provincias de Camagüey, Ciego de Ávila y Las Tunas, y se interpreta la sucesión vegetal o neocenogénes, con sus fases y etapas sucesionales en los sitios silvestres degradados. Se utilizan, entre otros métodos de trabajos de campos y de gabinetes: a) directos (parcelas florísticas permanentes) e indirectos (parcelas temporales); b) áreas mínimas; c) transección (transectos temporales y permanentes); d) perfiles esquemáticos horizontales de vegetación y

de planos de inversión. Se valoraron en los ecosistemas degradados 10 Indicadores Valorativos Funcionales, basados en las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en sus tres principales agrupamientos de habilidades.

Se analizan los promedios de los valores para las variables, correspondientes a cada método de plantación, tomando como guía el resultante de los fenogramas. Se confeccionan las tablas de contingencias por los valores obtenidos del sistema de calificación establecidos para calcular el ITA, IRF y el ICC, entre otros IVF. Para conformar los agrupamientos de especies, entre los sitios con relictos de formaciones vegetales y determinar la dominancia de las categorías funcionales en cada ecosistema y elaborar recomendaciones para la restauración ecológica, se efectuaron: a) análisis exploratorios o multivariados (Programa NTSYS, 2001); b) como medida de intervalo se utilizó el Coeficiente de Distancia Taxonómica Promedio (DIS); c) el agrupamiento se realizó mediante la técnica SAHN con las opciones UPGMA y WARN; d) los datos estadísticos fueron obtenidos directamente de los sitios estudiados para la rehabilitación; e) los dendrogramas fueron obtenidos de las matrices cofenéticas (COPH), que produce una matriz cofenética asimétrica. Los valores obtenidos para las correlaciones cofenéticas y la lógica sobre el funcionamiento ecológico de los grupos de taxones, según las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, fueron utilizados como los principales criterios para seleccionar los fenogramas en las áreas a restaurar; f) se estructura la base de datos (software SPSS, versión 15.0, Windows, 2006) y se codifican las variables territorio y transectos; g) se miden otras tres variables: (*Dt*) distancia entre individuos (para calcular el número aproximado de individuos x ha), (*Dm*) diámetros (para considerar los aumentos de la biomasa en el ecosistema, midiéndose los troncos o fustes de cada individuo, a partir de 2 cm de perímetro y (*ER*, cm) esteras radicales (grosor o profundidad de las raicillas o esteras dentro de los suelos, si se hallan presentes). Las mediciones reportaron valores significativos, en el aprovechamiento y reciclaje de los nutrientes de los suelos en cada sitio con vegetación afectada. Con las informaciones obtenidas en los sitios se analizaron las características de la

distribución de las variables con el objetivo de probar; h) la Normalidad (N) de las mismas y utilizar las estadísticas descriptivas; i) se aplicaron los Tests No Paramétricos, porque las tres variables: distancias entre los individuos, diámetros de los fustes y el grosor de las esteras radicales no dieron distribución normal, ni en las parcelas ni en los transectos; j) se aplicó el Tests de Kolmogorov-Smirnov y se utilizó la Correlación de Rango (Rho de Spearman), para relacionar las tres variables; k) se aplicaron los Tests No Paramétricos de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, para comparar los resultados entre los sitios degradados.

Para revalidar los IVF se realizaron consultas a especialistas forestales, de suelos, obreros agrícolas y campesinos, entre otros, vinculados con la rehabilitación de los ecosistemas.

Se analizan en esta segunda parte del resultado científico, 10 IVF basados en las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de sus cuatro principales agrupaciones: a) (PE). Pioneros (Exuberantes); b) (CORR). Colonizadores (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras); c) (EARE). Estabilizadores (Austeros, Resistentes, Eficientes); d) (RR). Rezagadas (Retardadas), según sus tipos de habilidades para adaptarse, reproducirse y competir entre los individuos que integran las diferentes poblaciones, dentro de cada comunidad o biocenosis en los sitios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies (Categorías Funcionales) son propiedades intra e interespecíficas de los grupos de taxones con diferentes hábitos biológicos, entre ellos herbáceos, arbustivos y arbóreos, que integran los ecosistemas con variadas formaciones vegetales y manifiestan el grado de tensión o estrés abiótico y biótico, al que está sometido el funcionamiento del ecosistema y se utilizan desde el punto de vista ecológico, para proponer especies en la restauración gradual de los sitios impactados. En los 8 IVF de esta primera parte del resultado (de un total de 18), se incluyen las respuestas adaptativas, reproductivas y/o multiplicativas y competitivas, que adoptan los grupos de especies dentro de las poblaciones y sus comunidades.

Los grupos funcionales de taxones ocupan desde el primer al cuarto nivel sucesional o de entradas de sustitución o reemplazos. Cada uno de los cuatro niveles poseen a su vez tres etapas en los gradientes de la sucesión (neocenogénesis), las que se clasifican como tempranas, medias y tardías que tienden a solaparse y mantener algunos individuos (herbáceos, arbustivos o arbóreos) más resistentes adaptativa y competitivamente, de una etapa hacia la otra, hasta su total desplazamiento sucesional en el respectivo ecosistema.

Los ecosistemas a restaurar pueden hallarse desde pocos a muy fuertemente modificados y sometidos a la influencia de las diferentes tensiones abióticas y bióticas, con impactos residuales, actuales y potenciales, por la que la selección de taxones en la rehabilitación de un área, según las tres Estrategias de los Grupos Funcionales, deben ser interpretadas con precisión y objetividad paisajística para evitar pérdidas de posturas, esfuerzos y otras.

Las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de los IVF, para evaluar el estado ecológico de un sitio degradado y proponer su Restauración Ecológica (RE), se desglosan en: a) adaptativas o de supervivencia de las especies, en el sitio silvestre degradado donde se hallan; b) reproductivas, multiplicativas, regenerativas y propagación (incluye colonización, invasión y migración de los taxones); c) competitivas o de predominio poblacional (abundancia-dominancia de las especies), de los grupos funcionales que ocupan diferentes nichos ecológicos, según etapas sucesionales de las formaciones vegetales, que ocupan como relictos, los sitios silvestres impactados (Clarke, 1975; Pérez-Carreras, 2003 y Pérez-Carreras, *et al.*, 2008, 2012, 2013, 2014 y 2015).

IVF 1. Primer Grupo Funcional (PE): Especies Pioneras (Exuberantes) (se incluye en la Estrategia A)

En este grupo funcional, con ejemplos de taxones arbóreos se ubican: *Cecropia schreberiana* Miq. (yagruma hembra), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásima), *Hura crepitans* L. (salvadera), *Leucaena leucocephala* L. (ipil-ipil), *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (inga dulce), *Moringa oleifera* L. (moringa), *Schefflera morototoni* DC. (yagruma macho) y *Terminalia catappa* L.

(almendro de la India). Entre los muchos arbustivos pioneros o exuberantes, se reportan *Ateleia gummifera* (DC.) Dietr. var *cubensis* (rala de gallina), *Cordia nitida* Vahl. (ateje de costa), *Cordia obliqua* Willd. (ateje americano), *Criptostegia grandiflora* (Roxb.) R. Br. (arbusto o bejuco seda) y *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barneby (frijolillo). Todas estas especies se manifiestan como invasoras y caracterizan el primer nivel de la sucesión, con grupos de taxones que ocupan las etapas tempranas, medias y tardías.

Como función ecológica principal, ocupan e invaden los claros de las formaciones vegetales del ecosistema impactado y otras áreas deforestadas, y preparan las condiciones microambientales para la implantación y posterior germinación del banco de semillas, facilitando el desarrollo de las plántulas de las especies con diferentes hábitos biológicos, que incluyen herbáceas, arbustivas y en menor proporción las arbóreas primarias.

También las PE desempeñan un papel funcional significativo en la conformación de umbráculos naturales, garantizando la continuación de la regeneración natural y el restablecimiento del ecosistema y la estabilización y protección de los suelos, frente a los impactos del intemperismo, entre otras acciones que originan efectos degradativos.

Como estrategia de regeneración, las exuberantes (pioneras) tienen alta capacidad reproductiva, producen significativas cantidades de semillas (generalmente pequeñas) por frutos, y tienen un reducido peso. Las PE pueden tener bancos de plántulas en los sitios degradados (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988).

Los PE arbóreos, arbustivos y herbáceos tienen crecimientos rápidos, ciclos de vida cortos y en el caso de las arbóreas, poseen poca densidad y peso de las maderas, las que por lo general, son blandas, ligeras y con poco valor comercial, pero importantes desde el punto de vista funcional, y sobre todo para la recuperación de sitios silvestres dañados.

IVF 2. Segundo Grupo Funcional (CORR): Especies Colonizadoras (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras) (se incluye en la Estrategia A)

Se reportan, entre otras especies arbóreas: *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (almácigo), *Casuarina*

equisetifolia Forst. (casuarina), *Gerascanthus collococca* L. (ateje colorado), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steaud. (piñón florido), *Melia azedarach* L. (paraíso), *Metopium brownei* (L.) Krug et Urb. (guao de costa), *Spondias mombin* L. (jobo), *Spondias purpurea* L. (ciruela), *Tabebuia angustata* Britt. (roble blanco), y entre las arbustivas: *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (aroma amarilla), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn. (marabú), *Hippomane mancinella* L. (manzanillo) y *Mimosa pigra* L. (aroma de agua). Las CORR presentan especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, del primer nivel sucesional en sus etapas media y tardía, al segundo nivel en la sucesión en sus etapas temprana, media y tardía. Agrupa a los taxones que tienden a ser productivos y colonizan y reparan los sitios perturbados, desde medios a fuertemente modificados, junto y después del establecimiento de las especies PE. Son las que colonizan al ecosistema y contribuyen a restaurarlo en mayor plazo de tiempo, posibilitando el desarrollo posterior de las especies tolerantes y de crecimientos más lentos. A esta clasificación pertenece un gran número de taxones arbóreos de importancia económica, tanto frutales como maderables (incluye preciosas) o de usos múltiples (AUM), con crecimientos relativamente rápidos y longevidad media, y poseen más valor industrial que las especies del grupo PE.

Las CORR poseen capacidades variables para resistir las tensiones de los sitios silvestres degradados, tienen aceptables crecimientos en diámetros de sus fustes y las arbóreas, alcanzan alturas hasta los 20 m y las arbustivas hasta 6 m aproximadamente. Producen frutos con semillas de diversos tamaños; algunas especies forman bancos de semillas y otros de plántulas, y son muy factibles económicamente para conformar viveros, con altos porcentajes de supervivencias (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988; Capote, García y Herrera, 1988; Pérez-Carreras, 2003 y Hechavarría-Kindelán *et al.*, 2014).

IVF 3. Tercer Grupo Funcional (EARE): Especies Estabilizadoras (Austeras, Resistentes, Eficientes) (se incluyen en las Estrategias B y C)

En este gran grupo clasifican, entre otras muchas arbóreas: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. (co-rojo de Jamaica), *Amyris balsamifera* L. (cuaba blanca), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (ceiba),

Cedrela odorata L. (cedro), *Citrus limonum* Risso (limón), *Citrus aurantium* L. (naranja agria), *Coccoloba uvifera* L. (uva caleta), *Cocos nucifera* L. (cocotero), *Comocladia dentata* Jacq. (guao de sabana), *Crescentia cujete* L. (güira cimarroña), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (soplillo), *Mangifera indica* L. (mango), *Melicocca bijuga* L. (anoncillo), *Poeppigia procera* Presl. (tengue), *Psidium guajava* L. (guayaba), *Sabal palmetto* (Walter) Lodd. ex J.A. et J.H. Schult. (palma cana), *Swietenia mahagonii* (L.) Jacq. (caoba cubana), *Sideroxylon foetidissimum* Jacq. (jocuma) y *Thevetia peruviana* (Berg.) K. Schum. (cabalonga), y entre otras arbustivas: *Belairia mucronata* Griseb. (yamaquey negro) y *Guaia-cum sanctum* L. (guayacancillo).

En el grupo se presentan especies que se distribuyen desde la etapa tardía del segundo nivel de la sucesión, al tercer nivel en sus etapas temprana, media y tardía. Como funciones ecológicas en los sitios perturbados, estabilizan los mismos y resisten diferentes impactos, son tolerantes a las competencias y generalmente crecen en lugares poco protegidos y tensionados (Capote, García y Herrera, 1988 y Pérez-Carreras *et al.*, 2008).

Los taxones EARE, con sus diferentes hábitos biológicos, intervienen en la eficiencia funcional de los ecosistemas para que se alcance el equilibrio dinámico y la resistencia continuada a los factores abióticos adversos. Contribuyen a que los taxones del grupo CORR puedan cumplir sus funciones reproductivas y/o multiplicativas. Generalmente los individuos de las diferentes especies EARE se caracterizan por crecimientos lentos, y en sus fustes las maderas poseen altas densidades y pesos, por lo que tienen generalmente valor comercial por ser duras, incorruptibles y resistentes. Estos taxones, principalmente arbóreos y arbustivos leñosos, tienen ciclos de vida largos, capacidades reproductivas bajas y generalmente producen pocas cantidades de semillas, casi siempre grandes. Como estrategia regenerativa utiliza principalmente los bancos de plántulas. Son factibles para su propagación por viveros y las semillas tienen altos porcentajes de germinación.

IVF 4. Cuarto Grupo Funcional (RR): Especies Rezagadas (Retardadas) (se incluyen en las Estrategias B y C)

Se hallan entre muchas otras arbóreas: *Guapira obtusata* (Jacq.) Little (macagüey), *Guaiacum*

officinale L. (guayacán), *Junisperus lucayana* Britt. (sabina de costa), *Lysiloma sabicu* A. Rich. (sabicú), *Manilkara albescens* Cronq. (ácana) y *Pera bumeliaefolia* Griseb. (jiquí), y las arbustivas: *Behaimia cubensis* Griseb. (guayacán), *Bucida palustris* Borhidi (jucarillo), *Bucida spinosa* (Northrop.) Jennings (júcaro espinoso) y *Brya ebenus* (L.) DC. (granadillo), *Caesalpinia bahamensis* Lam. (brasilete colorado) y *Capparis ferruginea* L. (mostacilla), entre otras. Las RR incluye grupos de especies funcionales que pertenecen a la etapa tardía del tercer nivel de la sucesión y se extiende hasta el cuarto nivel en sus etapas temprana, media y tardía. Las especies responden genética, adaptativa y funcionalmente a sitios húmedos, poco húmedos (más secos) y transicionales o indiferentes, y tienen alta especialización para establecerse en los sitios más tensionados (ecosistemas degradados).

Los individuos de las especies RR (arbóreas, arbustivas y herbáceas) son tolerantes a las competencias y se ubican generalmente en los lugares menos protegidos. Las arbóreas son taxones de pocas tallas o alturas, con crecimientos muy lentos, ciclos de vida muy largos y las maderas tienen generalmente altas densidades y pesos, son duras y resistentes; por ello son valiosas comercialmente y se utilizan en objetos de artesanía y muebles finos.

La capacidad reproductiva de muchos de sus individuos es muy baja; producen pocas cantidades de semillas, casi siempre grandes y mantienen, por lo general, la estrategia regenerativa del banco de plántulas. El empleo de los viveros es aconsejable para lograr la propagación de este valioso grupo de taxones (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988, Pérez Carreras, 2015).

IVF 5. (ITA) Índice de Tensión Abiótica (se incluye en la Estrategia A)

Se aplica principalmente en sitios deforestados, fuertemente impactados o modificados. El ITA se estima como indicador de la existencia de condiciones mínimas para la inclusión de taxones herbáceos, arbustivos y arbóreos, y valora la presencia de individuos aislados o en poblaciones de herbáceas de las familias Poaceae, Cyperaceae y Amaranthaceae, entre

otras, consideradas sucesionalmente del primer grupo funcional o pioneras (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988). Entre las muchas Poaceae se reportan *Cenchrus echinatus* L. (guizazo), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grama), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina), *Paspalum conjugatum* Berg. y *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo).

De las Cyperaceae que ocupan áreas más húmedas, se reportan entre otras, las del primer grupo funcional o exuberantes: *Cyperus iria* L., *Cyperus rotundus* L. (cebollita) y *Fimbristylis capillaris* (L.) A. Gray (espiguilla), y de las Amaranthaceae se hallan, entre varias, *Amaranthus spinosus* L. (bledo espinoso), *Amaranthus polygonoides* L. (bledo manso), *Amaranthus dubius* Mart. (bledo blanco) y *Achyranthes indica* (L.) Mill. (rabo de gato).

El ITA se calcula como resultado de la valoración indirecta integral de un conjunto de tensiones parciales que a causa de factores edáficos, geomorfológicos y microclimáticos, entre otros, modifican el grado de humedecimiento del paisaje local (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988). Para considerar cuantitativamente el ITA en un sitio o estación se analizan las coordenadas planas rectangulares X, Y, altura absoluta y relativa, tipos y formas del relieve, inclinación de las pendientes en grados, mesoexposición, tipos de suelos, texturas, espesor de los horizontes, basamentos de los suelos y el grado de afectación antrópica o natural. Para determinar el ITA se asignan valores en la escala establecida a los diferentes índices de tensiones, con un valor máximo de 20 puntos. Así se hallan cinco principales índices: Tensión Geomorfológica (ITG), Hídrica (ITH), Eólica (ITEo), Energética (ITEn) y Edáfica (ITED). Se aplica la ecuación: $ITA = ITG (25) + ITH (25) + ITEo (20) + ITEn (25) + ITed (25)$, donde: $ITA = 120$ puntos. Esta escala ajustada por Pérez-Carreras *et al.* (1995-2015) y creada por el Colectivo de Autores IES-CITMA (1987, 1990), permite evaluar aproximadamente los diferentes grados de modificación del sitio silvestre por factores abióticos y aplicar los diferentes métodos de RE.

IVF 6. (IRF) Índice de Respuesta Funcional (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

El IRF indica la capacidad de respuesta o resistencia que tiene la formación vegetal como

parte del ecosistema, tanto boscoso, arbustivo, herbáceo o mixto, para enfrentar las tensiones bióticas, con las cuales interactúa en los sitios degradados. Permite obtener valores cuantitativos y se requiere inventariar las especies dominantes funcionales que permanecen en los relictos y son las responsables, por su abundancia-dominancia, de más del 75 % del funcionamiento del sitio silvestre modificado.

Se valoran para determinar los niveles de funcionamiento del ecosistema diferentes parámetros de las especies seleccionadas, entre ellos, Longitud foliar (Lf), Esclerofilia de las hojas (Esc), Estructura-Altura de la formación vegetal (EA), presencia de Esteras Radicales (ER), distancia entre los individuos dentro de la comunidad (DIC) e Incrementos Diamétricos de las Especies (IDE). En el IRF todas las categorías poseen el mismo valor funcional y se llega a una ponderación en una escala desde 1-120 puntos (20 puntos c/u). La ecuación se representa $IRF = Esc + Lf + ER + E-A + DIC + IDE$, donde: $IRF = 120$. Los valores hallados con uno o ambos índices, en sus principales componentes abióticos (ITA) y bióticos (IRF), se cuantifican y califican en una escala de 1 a 120 puntos, facilitando clasificar los ecosistemas en muy pocos tensionados (< 25 puntos), pocos tensionados (26-40 puntos), medianamente tensionados (41-60 puntos), fuertes (61-75 puntos) y muy fuertemente tensionados (> 76 puntos). Esta escala ajustada por Pérez-Carreras *et al.* (1995-2015) fue creada por el Colectivo de Autores IES-CITMA (1987, 1990) y permite evaluar aproximadamente los diferentes grados de modificación del territorio y aplicar los métodos de la Restauración Ecológica en los sitios seleccionados degradados.

IVF 7. Propagación sexual o gamética de los individuos (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

Se valoran los siguientes elementos funcionales: a) potencialidades de las especies que permanecen como individuos aislados, o como relictos de poblaciones en los sitios silvestres dañados y también las que serán seleccionadas para ser plantadas en esas áreas, a fin de conformar los bancos de semillas y posteriormente de plántulas, además del valor genético de los taxones que quedan y a introducir por los planes de ma-

nejos forestales; b) tipos de flores (completas o incompletas) de los individuos que permanecen o se introducirán en el área modificada y de sus frutos (secos o carnosos), tamaños y sus pesos; c) características de las semillas de las especies que permanecen en el sitio afectado y de las que serán plantadas, número de cotiledones), cantidades de las mismas por frutos, porcentajes de viabilidad, tamaños y cantidades calculadas por especies y sus pesos en kilogramo; d) valor de uso de la propagación sexual (gamética o por semillas) de las especies existentes en el sitio y de las que serán introducidas para el restablecimiento ecológico y justificar económicamente la recuperación forestal (Sablón, 1984, Álvarez Brito, Castillo y Hechavarría, 2006).

IVF 8. Propagación vegetativa, asexual o agámica (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

Se valoran los siguientes elementos funcionales: a) potencialidades de las especies que permanecen como individuos aislados o como relictos de poblaciones en los sitios silvestres dañados, y también las que serán seleccionadas para ser plantadas en esas áreas, para desarrollar la multiplicación vegetativa (agámica o asexual), además de considerar el valor genético de los taxones que quedan en dichos sitios y las que se introducirán durante el proceso de rehabilitación por los planes de manejos forestales; b) velocidades de desarrollo y tiempos mínimos de adaptación y supervivencia de las especies, que serán introducidas vegetativamente; c) valor de uso de la propagación vegetativa de las especies existentes en el sitio afectado y de las que serán introducidas para el restablecimiento del equilibrio dinámico del ecosistema y justificar económicamente su recuperación (Mercadet *et al.*, 1998 y Jiménez, 2011).

CONCLUSIONES

- Se analizan 8 IVF en esta primera parte del resultado científico, basados en las Estra-

tegias de los Grupos Funcionales de Especies, con diferentes hábitos biológicos, con énfasis en las arbóreas y algunas arbustivas leñosas de importancia ecológica y económica.

- En las estrategias se incluyen los diferentes grupos de especies con las habilidades: a) adaptativas o de supervivencia en el sitio silvestre degradado; b) reproductivas, multiplicativas, regenerativas y propagación; c) competitivas o de predominio poblacional, según etapas sucesionales del sitio impactado.
- Los grupos funcionales de especies participan del primer al cuarto nivel sucesional, con taxones: a) Pioneros (Exuberantes); b) Colonizadores (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras); c) Estabilizadores (Aus-teros, Resistentes, Eficientes); d) Rezagados (Retardados).
- Los IVF forman parte de la Metodología de Restauración Ecológica Terrestre para Cuba y se aplican indistintamente desde hace algunas décadas, utilizando métodos silvícolas efectivos y ya demostrados en Cuba, como la Forestería Análoga, la Ecotecnología de Reforestación Sucesional, la Regeneración Natural y Tradicional, entre otras, según requerimientos de cada sitio silvestre y sus diferentes objetivos ecológicos y socioeconómicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, O.P.A., Varona, J.C. 1988. *Silvicultura*. La Habana. Edit. Pueblo y Educación. 354 p.
- Álvarez Brito, A., Castillo, E., Hechavarría, O. 2006. *Especies Protegidas por la Ley Forestal de Cuba*. Instituto de Investigaciones Forestales.
- Álvarez Brito, A. 2009. *Reanálisis de los impactos del cambio climático sobre los bosques naturales del país y la vulnerabilidad de los mismos*. 4ta aprox.. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible. Habana. Cuba.
- Bisse, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Borhidi, A., Muñiz, O., Risco, E. del. 1979. *Clasificación fitocenológica de la vegetación de*

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Everardo de la Caridad Pérez Carreras

Doctor en Ciencias Biológicas, profesor e investigador titular, profesor consultante del Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias e investigador titular adjunto del Grupo ProAmbiente de la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas Territorial (ENIA), es miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y colaborador como Especialista en Ecología del Paisaje y Restauración de Ecosistemas Terrestres en la Estación Agro-Forestal de Camagüey. Posee varias publicaciones sobre la temática, y ha desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con las formaciones vegetales, flora y restauración de ecosistemas degradados en las provincias de Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas, en algunos de sus ecosistemas montañosos, segmentos costeros y cayos adyacentes. Autor y coautor de mapas de vegetación, flora y silvicultura a diferentes escalas. Ha desarrollado varios estudios sobre Diagnósticos Ambientales, Estudios de Impactos Ambientales, Licencias Ambientales y Planes de Manejos, entre otros. Ha participado en múltiples eventos científicos y talleres a diferentes instancias.

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.

TABLA DE VOLUMEN PARA ACACIA MANGIUM WILLD EN LA EMPRESA AGRO-FORESTAL PINAR DEL RÍO, CUBA

TABLE OF VOLUME FOR ACACIA MANGIUM WILLD IN THE AGROFORESTRY COMPANY PINAR DEL RÍO, CUBA

DR.C. HÉCTOR-BARRERO MEDEL¹, ING. ADOLFO L. SANDÍN-LÓPEZ², M.SC. YAMILA LAZO-PÉREZ³ Y EST. LIYANET VALDÉS-LOPEZ¹

¹ Universidad de Pinar del Río. Departamento Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Cuba. hbarrero@upr.edu.cu

² Empresa Agro-Forestal Pinar del Río. EFIPR

³ Universidad Estatal Amazónica Ecuador. ylazo@uea.edu.ec

RESUMEN

En el trabajo tuvo como objetivo construir una tabla de volumen para *Acacia mangium Willd* en la Empresa Agro-Forestal Pinar del Río. Se tomó para ello una muestra de 80 árboles los que fueron marcados cada 1 m, y de tal forma que abarcaran todo el comportamiento de los diámetros a 1,30 de la plantación. Mediante el empleo de los procedimientos del inventario forestal y el uso de la estadística inferencial, con la regresión lineal y la estimación curvilínea, se ajustan y comparan modelos de volumen para árboles derivados de diámetro con corteza. Así se obtiene que el modelo que mejor ajuste y capacidad predictiva es el logarítmico, teniendo como variable independiente el producto del $d_{1,30}$ al cuadrado por la altura relativa.

Palabras claves: *Acacia mangium Willd*, modelo de volumen, diámetro 1,30, altura total

ABSTRACT

In the work the objective was to construct a volume table for *Acacia mangium (Willd)* in the Pinar del Río Agroforestry Company. For this purpose, a sample of 80 trees were selected, which were marked every 1 meter and in such a way as to cover all the behavior of the diameters at 1.30 of the plantation. Through the use of forest inventory procedures and the use of inferential statistics, with linear regression and curvilinear estimation, the volume models for trees derived from diameter with bark are adjusted and compared. Thus we obtain that the model that best fit and redictive capacity is the logarithmic having as independent variable the product of $d_{1,30}$ squared or relative height.

Key words: *Acacia mangium Willd*, volume model, diameter 1.30, total height

INTRODUCCIÓN

La *Acacia mangium Willd* es una especie de reciente fomento en plantaciones en Cuba, la cual se encuentra entre las principales especies en los planes de reforestación forestal hasta 2020, para la cual no se ha definido el manejo forestal para las condiciones de sitios del país, por lo que su identificación es un objetivo fundamental en pos de un impacto económico en la producción forestal de esta especie que sería pertinente en la práctica social del país (Sánchez, 2014).

Una de las actividades más importantes en biometría forestal es la estimación de volumen de

árboles. Los estudios económicos y de ordenación forestal tienen por base el inventario del potencial forestal existente, a través de técnicas de muestreo y de biometría, donde la cubicación de árboles posibilita obtener el volumen sólido de los fustes, que asociados con las variables dendrométricas (d , h , $forma$) permiten generar modelos para estimar estos volúmenes, que podrán ser presentados en forma de tablas.

En la actualidad todos los planes de manejo que se elaboran para las diferentes categorías y formaciones de bosques de Cuba, se basan

en el Manual de Ordenación del Patrimonio Forestal de Cuba, cuyas tablas de volumen, densidades, calidades de sitios y factores volumétricos de formas, entre otras, son empíricas, no se sustentan en investigaciones científicas sólidas (Lores, 2012), donde esta especie no ha sido investigada por ser de última introducción en los planes de reforestación del país.

En correspondencia con esta situación problemática, se planteó como objetivo de este trabajo construir una tabla de volumen para *Acacia*

mangium Willd en la Empresa Agro-Forestal Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Empresa Agro-Forestal Pinar del Río se localiza entre los municipios de San Juan, San Luis, Consolación del Sur y Pinar del Río. Limita al norte con los municipios de Viñales y el municipio de La Palma, al sur con el Mar Caribe, al este con el municipio de Los Palacios y al oeste el municipio de Guane (Guelmez y Acosta, 2007).

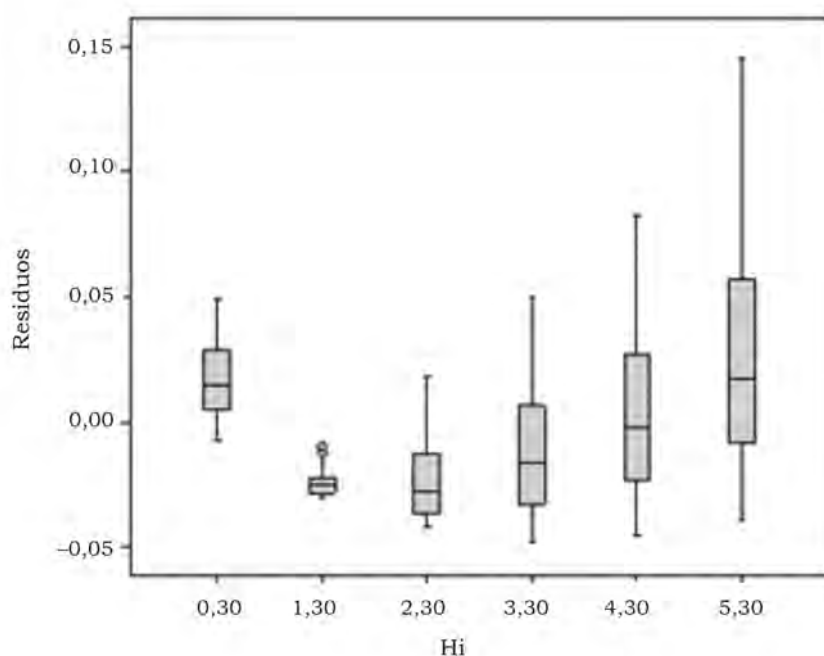


Figura 1. Ubicación de la Empresa Agro-Forestal Pinar del Río.

El tamaño de la muestra fue definido a partir de un muestreo aleatorio simple, teniendo el criterio recomendado por Calliez (1980) para tarifas de dos y más entradas de 80 árboles de plantaciones de 15 años de edad de la Unidad Silvícola Consolación del Sur. Los árboles fueron seleccionados de manera que abarcasen todos los diámetros a 1,30 m existentes en las plantaciones, fundamentalmente alejados del borde.

Los árboles seleccionados se marcaron con una franja estrecha de pintura a 0,30 m y 1,30 m de diámetro, ubicando el norte con

una franja de pintura perpendicular al DAP. Estos árboles fueron derribados con una motosierra, e inmediatamente de ser apeados les fue medido la altura total, los árboles fueron marcados y medidos cada 1 m.

Los modelos de volumen analizados (Tabla 1) fueron seleccionados según trabajos realizados en especies de latifolias en Cuba por Peñalver (1991), por Henry (2002) y Lores (2012), y a nivel internacional para *Acacia mangium* Willd en Malasia por Wan-Razali et al. (1989) y por Arruda et al. (2000) en Brasil y otros para otras especies como se muestran a continuación.

Tabla 1. Modelos seleccionados para el ajuste

No.	Modelo	Fuente o denominación
1	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}$	Lineal simple
2	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2$	Línea de volumen
3	$v = b_0 + b_1 d_{1,30} + b_3 d_{1,30}^2$	Cuadrático
4	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^{0,5}$	Manosalva (1995)a
5	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}$	Meyer (1953)
6	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 1/\ln d_{1,30}$	Manosalva (1995)b
7	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2 ht$	Manosalva (1995)c
8	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}^2 ht$	Spurr (1952)
9	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 \ln h$	Logarítmico de Spurr (1952)
10	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h + e$	Meyer modificada
11	$\ln v = b_0 + b_1 \ln G + b_3 \ln h$	Lores (2012)
12	$\log v = b_0 + b_1 \log (d_{1,30}^2)$	Peñalver (1991)
13	$v = b_0 \times d^{b1} \times h^{b3}$	Shumacher y Hall

donde:

$d_{1,30}$: Diámetro a 1,30

ht : Altura total

h : Altura referente a una sección del fuste

v : Volumen maderable

La selección de las ecuaciones se realizó con las siguientes etapas:

Cumplimiento de supuestos teóricos. Se verificó el cumplimiento de la homocedasticidad e independencia de los residuos mediante la representación gráfica de los mismos en función de las predicciones. Los modelos que no cumplieron con algunos de estos supuestos fueron eliminados de las siguientes etapas.

Bondad de ajuste. Se calculó el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{adj}), el error estándar de la estimación (S_x) y la significancia estadística de los coeficientes de regresión ajustados mediante la prueba de t -student. Aquellos modelos que presentaron al menos un parámetro no significativamente distinto de cero fueron eliminados. Para comparar el error estándar de la estimación (comúnmente calculado en análisis de regresión) de ecuaciones con distintas variables dependientes, se calculó el índice de Furnival (IF). Este índice se obtiene maximizando la función de verosimilitud de cada modelo de volumen en el espacio muestral de la variable dependiente v . La interpretación del IF es de carácter inverso a los de máxima verosimilitud, por lo tanto un valor grande indica ajuste pobre y viceversa.

El IF es determinado mediante la ecuación siguiente:

$$IF = s \cdot \text{antilog} \frac{(\sum f'(y)^{-1})}{n}$$

donde:

s : Desviación estándar del residual de la regresión ajustada

$f'(y)^{-1}$: Recíproco de la derivada de la transformación de la variable y , con respecto a la misma

n : Número de datos

Capacidades predictivas. Fueron evaluadas en la totalidad de la muestra empleada para la validación de los modelos (validación independiente) las capacidades predictivas, con el fin de comparar los modelos. Los estadísticos empleados son la raíz del error cuadrático medio ($RECM$), la diferencia agregada (DA) y la desviación típica del residuo (S_{xr}) (Prodan *et al.*, 1997).

Estos estadísticos son determinados mediante las siguientes expresiones:

$$RECM\% = \frac{100}{\bar{y}} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right]^{1/2}$$

$$DIFA\% = \frac{100}{\bar{y}} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) \right]$$

donde:

y_i y $\hat{y}_i$: Valor observado y estimado de la medición i -ésima

$\bar{y}$: Promedio

n : Total de observaciones

En los modelos con variables sin transformar se emplea un análisis de comparación prueba t

para muestras relacionados y la representación de la predicciones *vs.* valores reales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se observa un resumen de la bondad de ajuste de las ecuaciones seleccionadas. Como se muestra, la ecuación de mejor comportamiento es la 12, quien posee el mayor valor R^2 y $R^2_{ajustado}$ y el menor error típico de estimación.

Tabla 2. Bondad de ajuste de los modelos del volumen por trozas

No.	Modelo	R	R^2	$R^2_{ajustado}$	S_x
1	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}$	0,538a	0,289	0,287	0,052
2	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2$	0,541a	0,293	0,291	0,052
3	$v = b_0 + b_1 d_{1,30} + b_3 d_{1,30}^2$	0,541	0,293	0,290	0,052
4	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^{0,5}$	0,534a	0,285	0,283	0,052
5	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}$	0,340a	0,116	0,114	1,167
6	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 1/\ln d_{1,30}$	0,341a	0,116	0,112	1,168
7	$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2 \ln h$	0,541a	0,293	0,291	0,252
8	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}^2 \ln h$	0,340a	0,116	0,114	1,167
9	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 \ln h$	0,983	0,966	0,966	0,228
10	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h + e$	0,978	0,956	0,955	0,413
11	$\ln v = b_0 + b_1 \ln G + b_3 \ln h$	0,978	0,957	0,956	0,258
12	$\log v = b_0 + b_1 \log (d_{1,30}^2 h)$	0,982	0,964	0,963	0,102
13	$v = b_0 \times d^{b_1} \times h^{b_3}$	0,817	0,668	0,664	0,264

Los resultados de los ajustes realizados, específicamente el coeficiente de determinación de las ecuaciones de mejor ajuste, son superiores al 90 %, lo que indica que la variable dependiente volumen tienen una alta capacidad de explicación a partir de las variables independientes diámetros a 1,30 y altura total.

Igualmente no existe prácticamente diferencias entre el coeficiente de determinación normal y el corregido o ajustado, lo que reafirma que no existe sobre ajuste en los datos tomados de cada una de las especies.

Estos resultados discrepan con los encontrados para la especie en Malasia por Wan-Razali *et al.* (1989), así como con los encontrados

para la especie en Brasil por Arruda *et al.* (2000), quien encontró como la ecuación de mejor ajuste la de Meyer con un valor de R^2 de 0,95.

En la *Tabla 3* se muestran la significación de los coeficientes de regresión no estandarizados, contrastando la hipótesis nula de que los coeficientes valen cero en la población $\alpha < 0,05$, la pendiente poblacional de la recta de regresión es significativamente distinta de cero, lo que permite evacuar que entre la relación lineal entre el volumen y las variables predictoras, eliminando de las siguientes etapas los modelos 3, 6, en que se excluye b_3 , 7 y 10, donde se excluye b_3 por tener sig $> 0,05$.

Tabla 3. Significación de los coeficiente de regresión no estandarizados

Modelo	Estimaciones de los parámetros			
	Constante	b1	b2	b3
$v = b_0 + b_1 d_{1,30}$	-0,080 (0,000)	0,009 (0,000)		
$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2$	0,000 (0,948)	-0,001 (0,000)		
$v = b_0 + b_1 d_{1,30} + b_3 d_{1,30}^2$	0,005 0,949	0,0002 (0,286)	-0,001 0,942	
$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^{0,5}$	-0,237 (0,000)	0,074 (0,000)		
$Inv = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}$	0,157 (0,000)	-0,376 (0,000)		
$Inv = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 1/\ln d_{1,30}$	-8,840 (0,000)	-2,010 (0,000)		
$v = b_0 + b_1 d_{1,30}^2 ht$	1,59E-005 (0,948)	-0,001 (0,000)		
$Inv = b_0 + b_1 \ln d_{1,30}^2 ht$	-11,492 (0,000)	1,005 (0,000)		
$Inv = b_0 + b_1 \ln d_{1,30} + b_3 \ln h$	-9,667 (0,000)	2,010 (0,000)	1,168 (0,000)	
$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h + e$	0,005 (0,000)	-0,001 (0,000)	1,70E-005 (0,000)	
$Inv = b_0 + b_1 \times \ln G + b_3 \ln h$	-1,151 (0,000)	0,728 (0,000)	1,494 (0,000)	
$\text{Log } v = b_0 + b_1 \text{Log } (d_{1,30}^2 h)$	-4,542 (0,000)	1,143 (0,000)		
$v = b_0 \times d^{b1} \times h^{b3}$	0,789 0,039	-0,105 0,018	-0,086 0,008	

Un análisis de las capacidades predictivas del modelo se analizan en la *Tabla 5*, donde el modelo de mejor comportamiento resultó el 11 con el menor valor del índice de Furnival.

Tabla 4. Capacidad predictiva de los modelos

Modelos	DA	RECM	Sx	IF
1	0,0027	0,0518	0,052	0,054
2	0,0027	0,0517	0,052	0,054
4	0,0027	0,0520	0,052	0,054
5	0,0027	0,0522	0,052	0,054
8	1,3392	1,1573	1,160	0,097
9	0,0513	0,2265	0,227	0,029
11	0,0124	0,1112	0,111	0,087
12	0,0104	0,1020	0,102	0,020

El modelo obtenido se corresponde con el reportado para otras especies por Peñalver (1991) para plantaciones de *Eucalyptus* sp. Al igual que Henry (1999), Henry (2002) para *Bursera simaruba* Sargent, *Callophyllum antillanum* Britt, *Bucida palustris* Borhidi y *Lysiloma latisiliquum* Benthén, bosques naturales mixtos de la Ciénaga de Zapata. Por Zaldívar (2000) para *Hibiscus elatus* en la provincia de Pinar del Río, y por Machado (2002) para las especies *Callophyllum utile* Bisse, *Buchenavia capitata* Vahl, *Manilkara albescens* Griseb y Cronquist, *Tabebuia adubia* Wr. ex. Sauv Brit y *Slona acuratellifolia*

Grises en bosques pluvisilvas de montañas en Guantánamo, así como por Lores (2012) para *Carapa guianensis* Aubl, *Andira inermis* SW) y *Callophyllum antillanum* (Britt.) Standl en modelos de volumen de fuste y de ramas en la Empresa Agro-Forestal Baracoa.

Los resultados se encuentran en correspondencia con lo planteado por Henry (2002), quien reafirma que las ecuaciones con transformación logarítmica han dado muy buenos resultados, siendo elegidas como ecuaciones de predicción en todos los casos. Un análisis de los residuos hasta los 5 m de altura se representa en la Fig. 2.

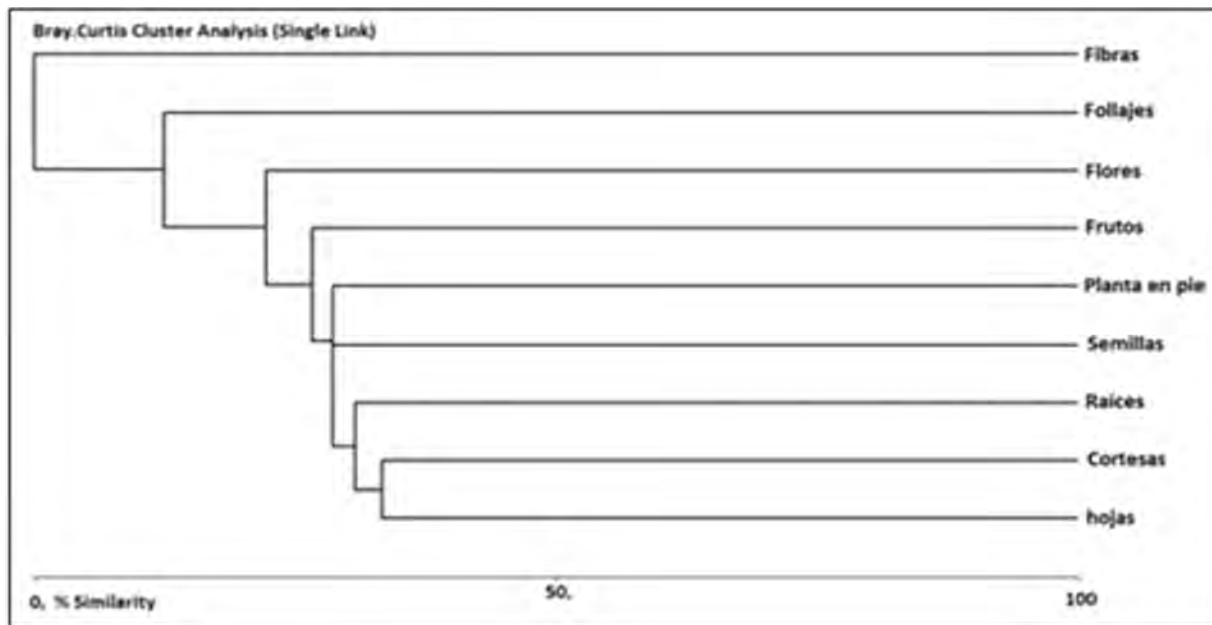


Figura 2. Comportamiento de los residuos del modelo por H_i .

En la Fig. 3 se puede constatar que el volumen tiende a ser exacto en toda esta sección, encontrándose en algunos casos valores de subestimaciones que no llegan a sobrepasar 1 m^3 . Sustituyendo los valores de los coeficientes de regresión no estandarizados, vendría dado el modelo de volumen por la siguiente ecuación:

$$\log v = -4,542 + 1,143 \log (d_{1,30}^2 h)$$

En la Fig. 3 se muestra comportamiento de los residuos en función de los valores estimados para el modelo de mejor bondad de ajuste.

El comportamiento de los residuos (Fig. 3) permite demostrar la inexistencia de independencia de los residuos, así como el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas al no seguir una pauta de asociación específica y encontrándose los mismos entre bandas paralelas.

Así como resultado de un análisis de la muestra de los diámetros normales a las diferentes alturas seleccionada para el ajuste del modelo de volumen con corteza, se construye la Tabla 5.

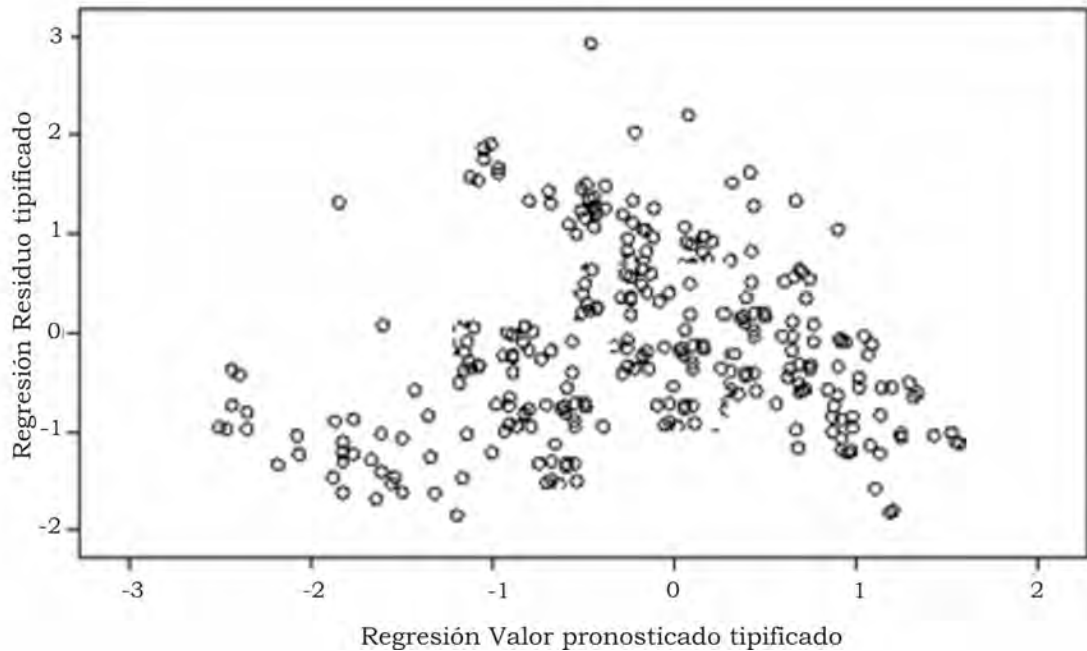


Figura 3. Comportamiento de los residuos del modelo de mejor ajuste para el volumen de trozas.

Tabla 5. Tarifa de cubicación con corteza para *Acacia mangium* EAF Pinar del Río

$d_{1,30}/h$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
6	0,0011	0,0053	0,0134	0,0258								
8		0,0074	0,0186	0,0359	0,0597							
10			0,0240	0,0463	0,0771	0,1170						
12				0,0570	0,0950	0,1440	0,2049					
14				0,0680	0,1132	0,1718	0,2444	0,3316				
16				0,0792	0,1319	0,2001	0,2847	0,3863	0,5057	0,6434	0,8000	0,9760
18					0,1509	0,2290	0,3257	0,4420	0,5785	0,7361	0,9153	1,1167
20					0,1702	0,2583	0,3674	0,4985	0,6526	0,8303	1,0324	1,2596
22					0,1898	0,2880	0,4097	0,5559	0,7277	0,9259	1,1512	1,4046
24					0,2097	0,3181	0,4525	0,6140	0,8038	1,0227	1,2716	1,5515
26						0,3486	0,4959	0,6729	0,8808	1,1206	1,3935	1,7001
28						0,3794	0,5397	0,7324	0,9586	1,2197	1,5166	1,8504
30						0,4105	0,5840	0,7924	1,0373	1,3198	1,6411	2,0022
32						0,4420	0,6287	0,8531	1,1167	1,4208	1,7667	2,1555
34						0,4737	0,6738	0,9143	1,1968	1,5228	1,8935	2,3102
36						0,5057	0,7193	0,9760	1,2776	1,6256	2,0213	2,4661
38							0,7651	1,0383	1,3591	1,7292	2,1502	2,6233

CONCLUSIONES

- La ecuación seleccionada por el método de análisis de regresión lineal para estimar el volumen de madera en bolo con corteza de

Acacia mangium es la definida a partir del producto del logaritmo natural del $d_{1,30}$ y la altura relativa, mostrándose a continuación:

$$\text{Log } v = -4,542 + 1,143 \text{ Log } (d_{1,30}^2 h)$$

BIBLIOGRAFÍA

- Arruda, R.A., Marchesi, C., Mourão, M.A. 2000. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Willd. CERNE (BR) 6(1):103-107.
- Guelmes, J., Acosta, E. 2008. Proyecto de Ordenación de la Empresa Forestal Integral (EFI) Pinar del Río.
- Henry, P.P. 1999. Elaboración de tablas de cubicación de madera en bolo de *Lysiloma Latisiliquum* Bebth (soplillo) y *Calophyllum antillanum* Britt (ocuje) en la Ciénaga de Zapata. 47 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Henry, P.P. 2002. Perfeccionamiento de la cubicación de la madera en bolo de las principales especies de interés económico de la Ciénaga de Zapata. Cuba. 218 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas.) Universidad de Pinar del Río.
- Lores, Y. 2012. Tablas dendrométricas y dasométricas de *Calophyllum antillanum* Britton, *Carapa guianensis* Aubl. y *Andira inermis* Sw. en bosques pluvisilvas de montaña de Baracoa, provincia Guantánamo. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- Machado, G. 2002. Diseño de Inventario Forestal continuo para la ordenación sostenible de los bosques pluvisilvas de montañas en Guantánamo. 102 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- Peñalver, A. 1991. Estudio del Crecimiento y Rendimiento de las plantaciones de Eucaliptus sp de la provincia de Pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. Mensura Forestal. Editora IICA. 586 p.
- Wan-Razali, W.M., Klali-Azizi-HanzahChew, T.K. 1989. A volume table for planted *Acacia mangium* in Peninsular Malaysia. Journal Tropical Forest Science (MY) 2(2): 110-121.
- Zaldívar, A. 2000. Estudio dasométrico de plantaciones de *Hibiscus elatus* SW en la provincia de Pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Héctor Barrero Medel

Doctor en Ciencias, profesor titular, profesor de Ordenación de Montes e Inventario, en el pregrado y el posgrado Maestría en Ciencias Forestales, Especialidad de Silvicultura, Doctorado en Ciencias Forestales en la Universidad de Pinar del Río, Cuba, es miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias y miembro del Tribunal Nacional en Ciencias Forestales. Es autor de más de 15 artículos en revistas referidas y coautor de más de 20 publicaciones en revistas de impacto. Ha participado en varios eventos nacionales e internacionales.

LAS PALMÁCEAS DE LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY, CUBA

THE PALMS OF THE PROVINCE CAMAGÜEY, CUBA

M.Sc. RAFAEL Á. RISCO VILLALOBOS¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey (EEAC). Ave. Ignacio Agramonte s/n, La Zambrana, C.P. 70100, Camagüey, Cuba, rafael.risco@inaf.cmg.minag.cu

RESUMEN

En el trabajo se relacionan las especies de palmas que crecen en la provincia de Camagüey a partir de la revisión bibliográfica y las observaciones de campo, así como la actualización taxonómica correspondiente. Se reportan 32 taxones infragenéricos pertenecientes a nueve géneros. Del total de taxones, el 79,4 % tienen distribución restringida en el archipiélago cubano, y cinco especies son endémicos estrictos para el territorio camagüeyano. Se valora el comportamiento sinantrópico y el estado de conservación, reportándose 24 especies con categoría asignada en la lista roja de la flora vascular cubana. Se destaca la utilidad económica de las especies más importantes y uso práctico para determinar tipos de sitios forestales en las sabanas serpentínicas de Camagüey.

Palabras claves: palmas, conservación, endémico, distrito fitogeográfico.

ABSTRACT

This work relates the species of palms that grow in the country of Camagüey from the bibliographical revision and the field observations as well as the corresponding taxonomic advancement. It is reported 32 infrageneric taxa belonging to 9 genera. From 79,4 % of the total taxa has a restricted distribution in the Cuban archipelago and five species are strict endemics for the territory of Camagüey. The synanthropic behaviour and the state conservation is valued, it is being reported 24 species with category assigned in the red list of the Cuban vascular flora. Also it's the economic utility valued of the most important species and practical use to determine types of forest places in the serpentine savannas of Camagüey.

Key words: palms, conservation, endemic, phylogeographic districts.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Camagüey, con una superficie total de 15 837 km², es la más extensa y llana de Cuba. Las mejores tierras han sido incorporadas progresivamente al desarrollo agrícola y ganadero desde los inicios de la conquista de los españoles, motivos por lo que en la actualidad solo algunas áreas conservan relictos de vegetación con elementos florísticos y paisajísticos de interés, principalmente dentro del Sistema Provincial de Áreas Protegidas.

Para la provincia de Camagüey, Martínez (1997) reporta un total de 1710 taxones infragenéricos, de ellos 20 son endemismos estrictos para la provincia, algunos con categoría de amenaza en

peligro crítico. Se destaca la familia Arecaceae con siete taxones. Las palmas constituyen uno de los grupos de plantas más conspicuos en las formaciones vegetales del territorio. Por tal motivo han sido objeto de interés por parte de botánicos, forestales y geógrafos, entre otros.

Sobre las poblaciones naturales de palmas en el territorio inciden de manera negativa la fragmentación y pérdida de hábitats por diversas causas. Los daños provocados por el fuego, ciclones, huracanes y la sobreexplotación no sostenible inciden negativamente en el estado actual de conservación que presenta la mayoría de los taxones.

En la actualidad las palmas constituyen la tercera familia botánica, después de las gramíneas y las leguminosas, que es objeto de uso por la humanidad, sobre todo por los pueblos de regiones tropicales (Leiva, 1999). En Camagüey, al igual que en otras regiones del país, es común el uso de los Productos Forestales No Maderos (PFNM) para cubrir múltiples necesidades de la población. Al respecto, Perpiñá (1889), a su paso por Puerto Príncipe, pudo constatar la abundancia de palmas y el aprovechamiento que los habitantes hacían del guano para el tejido de sombreros. Además de tejer diversos artículos con fibras, también son utilizados los frutos y otras partes de las palmas con fines medicinales, como alimento humano y animal, así como para construir y techar viviendas rústicas en el campo, por lo que forma parte de la historia y la cultura camagüeyana.

Este trabajo tiene como objetivo principal dar a conocer el total de taxas, distribución, endemismo, estado actual de conservación y uso potencial de las palmas en la provincia de Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultaron los materiales colectados en diferentes localidades de la provincia que se conservan en los herbarios del Jardín Botánico Nacional (HJBN), Instituto de Ecología y Sistemática (HACC) y de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Camagüey (HIPC). La información obtenida fue complementada con los apuntes, resultado de las observaciones de

campo por parte del autor por más de 20 años de trabajo en diferentes localidades de la provincia, así como las opiniones y criterios de especialistas de la Universidad Pedagógica José Martí de Camagüey, Jardín Botánico de Cienfuegos y Las Tunas. También se tuvo en cuenta la revisión crítica de la bibliografía existente.

Para la nomenclatura se siguió a Moya y Leyva (2000), y la distribución geográfica general de los taxones se obtuvo de León (1946), Samek (1973) y Muñiz y Borhidi (1981), Borhidi y Muñiz (1983).

Para el análisis del comportamiento sinantrópico se revisó el trabajo de Ricardo *et al.* (1995). La importancia utilitaria de las especies se valoró a partir de los trabajos de Roig (1974), Fuentes *et al.* (1990), Pérez *et al.* (1991), Barreto *et al.* (1992), Méndez *et al.* (2000) y Godínez y Bolpato (2008). La relación de las palmas amenazadas y las categorías de amenazas fueron tomadas de Borhidi y Muñiz (1983), Berazaín (2005), González (2016), Lazcano *et al.* (2001, 2004, 2005), Méndez *et al.* (2002, 2004) y Peña *et al.* (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La familia Arecaceae en Camagüey está representada por 32 taxas infragenéricos, pertenecientes a nueve géneros (*Tabla 1*), localizados en diversas localidades y formaciones vegetales de la provincia (*Fig. 1*). Esto constituye el 60 % de los géneros y el 39 % de los taxones reportados por Moya y Leyva (2000) para el país.

Tabla 1. Lista taxonómica actualizada de las palmas de Camagüey

Taxones	Categoría amenaza
<i>Acoelor rhaps wrightii</i> (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	LC
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex R. Keith	LC
<i>Acrocomia crispa</i> (Kunth) C.F. Baker ex Becc	LC
<i>Coccothrinax camagüeyana</i> Borhidi y O. Muñiz	DD
<i>Coccothrinax clarensis</i> León var. <i>perrigida</i> León	EN
<i>Coccothrinax litoralis</i> León	LC
<i>Coccothrinax macroglossa</i> (León) O. Muñiz y Borhidi	LC
<i>Coccothrinax miraguama</i> (Kunth) Becc. subsp. <i>miraguama</i>	LC
<i>Coccothrinax muricata</i> León	LC
<i>Coccothrinax pseudorigida</i> León	EN
<i>Coccothrinaxsalvatoris</i> León subsp. <i>loricata</i> (León) Borhidi y O. Muñiz	EN
<i>Coccothrinaxsalvatoris</i> subsp. <i>salvatoris</i> León	

<i>Cocos nucifera</i> L.	
<i>Copernicia baileyana</i> León	LC
<i>Copernicia cowellii</i> Britton et Wilson	CR
<i>Copernicia curbeloi</i> León	EN
<i>Copernicia fallaensis</i> León	CR
<i>Copernicia gigas</i> Ekman ex Burret	EN
<i>Copernicia hospita</i> Mart.	LC
<i>Copernicia macroglossa</i> Becc	VU
<i>Copernicia oxycalyx</i> x Burret	
<i>Copernicia rigida</i> Britton & P. Wilson	LC
<i>Copernicia x shaferi</i> Dahlgren & Glassman	
<i>Copernicia x sueroana</i> León	
<i>Copernicia x textiles</i> León	
<i>Copernicia x vespertilionum</i> León	
<i>Copernicia yarey</i> Burret var. <i>yarey</i>	LC
<i>Pseudophoenix sargentii</i> H. Wendl. ex Sarg.	NT
<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	LC
<i>Sabal maritima</i> (Kunth) Burret	
<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult. & Schult. f.	CR
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. Ex Schult. & Schult. f.	LC

Categorías: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes.

El total de taxones por géneros es el siguiente: *Acoelorrhaphe* (1), *Acrocomia* (2), *Coccothrinax* (9), *Cocos* (1), *Copernicia* (14), *Pseudophoenix* (1), *Sabal* (2), *Roystonea* (1) y *Thrinax* (1). Los

géneros *Copernicia* y *Coccothrinax* con 23 taxones representan el 71,8 % respecto al total de taxones de palmas reportadas para la provincia.



Figura 1. Localización geográfica de poblaciones de palmas en la provincia de Camagüey.

Un análisis de la distribución general de los geoelementos indica que nueve crecen en la región desde México hasta Brasil; incluido el Caribe y las Antillas, 23 son endemismos cubanos, de ellos siete estrictos de la provincia distribuidos en tres distritos fitogeográficos (Tabla 2), lo que representa el 35 % con respecto a lo reportado por Martínez (1997) y un 23,3 % según León (2002). El resto comparte otras re-

giones del país. Solo *Cocos nucifera* (cocotero) es exótica cultivada en Cuba.

En Camagüey el cocotero abunda en cooperativas, fincas agroforestales y otras formas de producción, así como en patios y jardines. En áreas naturales alcanza su mayor representación en la línea costera al norte de los cayos Sabinal, Romano y en las dunas arenosas al norte de cayo Guajaba, donde se encuentra plantado.

Tabla 2. Palmas endémicas estrictas de la provincia de Camagüey por distritos fitogeográficos

Taxones	Distritos
<i>Coccothrina x camagüeyana</i> Borhidi y O. Muñiz	1
<i>Coccothrina x clarensis</i> León var. <i>perrigida</i> León	2
<i>Coccothrina x muricata</i> León	1
<i>Coccothrina x pseudorigida</i> León	1
<i>Coccothrina x salvatoris</i> León subsp. <i>loricata</i> (León) Borhidi y O. Muñiz	3
<i>Copernicia cowellii</i> Britton & P. Wilson	
<i>Copernicia x shaferi</i> Dalghren & Glasman	1

1: Distrito Serpentinillas de Camagüey, 2: Distrito Llanuras y Colinas de Cuba Centro- Oriental, 3: Distrito Costa y Cayería Septentrional de Cuba Centro-Oriental.

Es importante precisar que de los taxones exclusivos de Cuba Central, cuatro son híbridos pertenecientes al género *Copernicia* reportados por Muñiz y Borhidi (1982). De ellas, *Copernicia x vespertilionum* (jata de los murciélagos) solo ha sido confirmada por Pérez *et al.* (1992) en el derramadero del río Cagüey, costa norte del municipio de Minas; sin embargo, no se ha observado nuevamente, a pesar de haber sido buscada por el autor de este trabajo durante exploraciones posteriores, lo cual evidencia que tal vez fuera confundida con *Copernicia rigida*, uno de sus progenitores que es abundante en el área.

Como se observa en la tabla anterior, cuatro taxones crecen en el Distrito de Serpentinillas de Camagüey. Las principales poblaciones de *Coccothrinax pseudorigida* y *Copernicia cowellii* se observan en Cromo, llanura de Lezca y Maragüán, Las Cuabas, Los Orientales, Meseta de San Felipe y alrededores del poblado de Minas.

En Sierra de Najasa-Chorrillo-Guaicanamar y Sierra de Cubitas se localizan las mayores poblaciones de *Coccothrinax muricata*, la cual crece sobre el diente de perro y laderas escarpadas, formando parte del bosque semideciduo Micrófilo y Complejo de Vegetación de Mogotes de El Paso de los Paredones, Cerro de Limones y

Mogote de Belén en la Sierra del Chorrillo, entre otras localidades. También abunda *Coccothrinax camagüeyana* en los bosques semideciduos de la base meridional del Cerro de Tuabaquey, Sierra de Cubitas.

Para el Distrito Cayos, Costas y Cayerías Septentrionales de Cuba Centro-Oriental solo se reporta *Coccothrinax salvatoris* subsp. *loricata*, la cual crece en la Silla de Versailles de Cayo Romano, dentro del Área Protegida de Recursos Manejados Cayo Romano.

Algunas especies están escasamente representadas. Tal es el caso de *Copernicia x shaferi*, híbrido natural del que solo se conocen algunos ejemplares aislados en los alrededores del poblado de Minas y la llanura de Lesca, sobre asociación ofiolítica, *Copernicia x sueroana*, localizada al sur de la ciudad de Nuevitas, en el Sector Saramaguacán perteneciente al área protegida Refugio de Fauna Cayos y Manglares de la Bahía de Nuevitas, *Copernicia fallaensis* (yarey de Falla) con un reporte en la finca Las Mercedes, al sur de la ciudad de Florida, y que no ha sido comprobado por el autor.

En el caso de *Acoelorhaphis wrightii* (miraguano espinoso), constituye un nuevo reporte para la provincia de Camagüey que amplía la distribución geográfica histórica de la especie hacia el

este de Cuba (Verdecia, 2013) y *Copernicia gigas* (yareyón), endemismo del que no se conocían poblaciones al sur del territorio camagüeyano. Ambas especies fueron localizadas por el autor en marzo de 2013 al sur del municipio de Vertientes, en áreas próximas a la línea del manglar en suelo de mal drenaje, periódicamente inundado y con abundancia de gramíneas y ciperáceas propias de estos ecosistemas.

Cinco de las especies son sinantrópicas de origen conocido. La sinantropización conquista progresivamente nuevos territorios, e involucra, incluso, a endemismos distritales como *C. pseudorigida* y *C. cowellii*, convertidas en apófitos que, aunque no exceden su hábitat normal de distribución, experimentan un aumento considerable del número de individuos dentro de las plantaciones forestales (Méndez *et al.*, 2004). Las especies de corajo, *Acrocomia aculeata* y *Acrocomia crispa* ocupan nuevas áreas en la Sierra de Cubitas, en su condición de intrapófito pionera, mostrándose agresiva en los claros, calveros y áreas donde la vegetación ha sido perturbada por diferentes causas, como sucede en los alrededores de Aljibito, Vilató y el Hoyo de Bonet, en la Sierra de Cubitas.

Como resultado del análisis del estado de amenaza de las palmas en Camagüey, se pone de manifiesto que 13 taxones tienen alguna categoría de amenaza asignada (*Anexo 1*). Destacan, entre las principales causas, la degradación y destrucción del hábitat producto del desarrollo agrícola, ganadero y azucarero; las construcciones civiles, la competencia interespecífica con especies invasoras y la explotación no sostenible de sus poblaciones, así como las sequías y los incendios forestales y que inciden en la pérdida de la fitodiversidad y la superficie boscosa, particularmente en el Distrito de Serpentinillas de Camagüey, hábitat de 11 taxones de palmas, entre ellos *Coccothrinax camagüeyana*, *C. pseudorigida*, *C. cowellii* y el híbrido natural *Copernicia x shaferi*, endemismos exclusivos de este distrito fitogeográfico y que están amenazados de extinción.

En el Distrito Llanuras y Colinas de Cuba Centro-Oriental, el más extenso de Camagüey y también de Cuba, habitan varias especies que están expuestas a los daños provocados por incendios. El fenómeno está asociado a

las quemadas realizadas principalmente por los campesinos con diferentes fines, por lo regular sin la autorización de las instituciones competentes. Las sabanas al sur de la provincia son un ejemplo de esta perjudicial práctica.

En tal sentido algunos autores consideran que entre los principales factores que dan inicio al fuego en el bosque, el factor hombre es responsable del 90 % de ellos, y por causas naturales el 10 % (Hernández y Zayas, 2004).

El Distrito Costa y Cayería Septentrional de Cuba Centro-Oriental presenta una situación más favorable debido a que una parte del distrito está incluida en el Sistema Provincial de Áreas Protegidas, lo que constituye una fortaleza para la conservación de la biodiversidad en sentido general, aunque recientes incendios dañaron una parte de la vegetación de Cayo Cruz, compuesta fundamentalmente por hierbas, arbustos y sufrutices, con palmas dispersas de *Coccothrinax litoralis* (miraguano) y *Thrinax radiata* (guano blanco), las cuales conforman comunidades de gran valor estético en este cayo.

Todas las especies brindan alguna utilidad real o potencial reconocida para el hombre, ya sea científica, económica, ecológica o cultural. Al respecto, de las 16 especies productoras de fibras que Fuentes *et al.* (1999) reportan para Cuba, el 50 % están presentes en Camagüey. Sobresalen por su aporte las palmas de los géneros *Coccothrinax* (yuraguanas), *Copernicia* (yareyes) y *Acrocomia* (corajos), de cuyas fibras se confeccionan escobas, sombreros, jabas y cepillos, comercializados por Industrias Locales, Fondo de Bienes Culturales y Empresa Minorista Mixta, con alta demanda y aceptación por parte de la población.

En Cuba los PFSNM están incorporados en el Plan Nacional Forestal hasta 2015 y constituye una prioridad del Ministerio de la Agricultura (MINAG), que las entidades estatales, principalmente las Empresas Integrales Forestales (EFI) y otros tenentes de tierras, incluyan en la planificación estratégica el potencial real de los mismos dentro de su patrimonio forestal. En la Dinámica Forestal 2010 (Camagüey) están incluidos los resultados de esta proyección del MINAG con la incorporación al patrimonio forestal de la provincia de 979,6 ha cubiertas por poblaciones naturales o plantaciones de

diferentes especies de palmas. De ellas, 180 ha son de *Roystonea regia* (palma real), 23 ha a *Sabal maritima* (palma cana) y 17,6 ha de *C. nucifera*, el resto (759 ha) sin precisar.

Como se aprecia, los resultados no se corresponden con la riqueza de palmas que existe en la provincia, principalmente en las sabanas sobre serpentinas, hábitat de varias especies pertenecientes a los géneros *Coccothrinax* y *Copernicia*, las cuales son promisorias por el significativo

aporte y utilidad de las fibras, hojas y tallos para diversos fines, y que tienen amplia distribución en este ecosistema. Por ejemplo, durante 2012, según información facilitada por el departamento de estadísticas de dicha empresa, la producción alcanzó la cifra de 312 000 unidades de hojas de palmas para cobijar, 10 150 tallos de jatas y 18 000 kg de fibra distribuidos en cinco municipios. Un resumen del comportamiento por municipios aparece en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Ejemplo del aprovechamiento de partes de palmas por municipios en Camagüey

Municipio	Área técnica	Parte utilizada
Camagüey	San Felipe	Fibra, tallos, hojas
Vertientes	Laguna de Guano	Hojas
Esmeralda	Los Joveros, Guayabal, Paso Abierto	Fibra, tallos, hojas
Florida	Florida	Tallos
Minas	La Victoria, Las Catalinas y Los Tanques	Hojas, fibra, tallos

Hay que señalar que en el municipio de Camagüey, por ejemplo, solo aparecen registros de producciones para San Felipe; sin embargo, hay áreas como Las Cuabas, Cromo y San Serapio con alta representatividad de *Coccothrinax macroglossa* (miraguano) y otras especies de palmas, que también son explotadas y sin embargo no están reflejadas en el sistema contable de las Unidades Básicas de Producción Forestal (UBPF), lo cual repercute a nivel empresarial provocando pérdidas económicas.

En cuanto a la utilidad de las especies de palmas desde el punto de vista medicinal, Barreto *et al.* (1992) registran tres especies, aunque la cifra puede ser mayor en la medida en que se investigue más al respecto. Por su parte, Godines y Volpato (2008) reportan tres especies: *A. aculeata*, *C. nucifera* y *R. regia*, las cuales se venden partes en el Mercado del Río de la ciudad de Camagüey. Se constató que todas las especies tienen valor apícola. El 72,2 % aportan néctar, el 13 % polen y el 8,8 % ambos productos. Como especies de cosecha puede explotarse la palma real, considerada de gran utilidad porque tiene una floración espaciada durante todo el año, aspecto favorable para el sostenimiento de las colmenas en la temporada de relativa escasez.

Entre las plantas silvestres y alimenticias cultivadas para el consumo humano que Carreras *et al.* (1991) reportan para la provincia, aparecen

cuatro especies de palmas, entre ellas las especies de corajo que pueden aportar unos 12 g de proteínas (IES-CTVFAR, 1987), y además contiene un aceite de calidad que los habitantes, principalmente de la Sierra de Cubitas extraen con regularidad para diferentes usos. Algunas especies de palmas son indicadoras de tipos de sitios para el establecimiento de plantaciones forestales. Al respecto, Figueroa *et al.* (2004) definen para las sabanas serpentinosas de Camagüey seis especies de palmas, distribuidas de la siguiente forma: Tipo A: *S. maritima*, Tipo B: *R. regia*, *Coccothrinax miraguama*, *Copernicia hospita* y Tipo C: *C. pseudorigida* y *C. cowellii*, las cuales son más abundantes.

CONCLUSIONES

- Las características edafoclimáticas de la provincia de Camagüey poseen diversidad de ecosistemas que sustentan el hábitat de 32 taxones de palmas, pertenecientes a nueve géneros, lo que evidencia que el territorio constituye un reservorio de la familia Arecaceae, principalmente el Distrito Serpentinillas de Camagüey con once especies.
- El estado actual de conservación que presentan 24 taxas de palmas, de ellos tres en Peligro Crítico (CR), siete en Peligro (EN) y uno Vulnerable (VU), es resultado de acciones antrópicas y desastres naturales.

- Es necesario promover acciones de capacitación orientadas a la conservación, manejo y uso sostenible que involucre a decisores, tenentes de tierras y población en general, de manera tal que reconozcan la importancia de este grupo de plantas, desde el punto de vista ambiental, botánico, científico y su aporte económico.
- La existencia en la provincia de Camagüey de extensas áreas cubiertas por palmas promisorias para la obtención de materias primas como hojas, fibras, yaguas, palmiche y otros fitorrecursos no madereros representan una alternativa socioproductiva para la Empresa Forestal Camagüey y otras instituciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreto Baldés, A. *et al.* 1992. Flora angiospérmica medicinal de la provincia de Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana* (CU) 91: 1-10
- Berazaín Iturralde, R. *et al.* 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Documentos 4. Jardín Botánico Atlántico, Gijón. 86 p.
- Borhidi, A., Muñiz, O. 1983. Catálogo de Plantas Cubanas Amenazadas o Extinguidas. La Habana. Editorial Academia. 85 p.
- Figueroa Morel, N. *et al.* 2004. Memorias del 3er Congreso Forestal. III Simposio Internacional de Técnicas Agroforestales. ISBN Versión electrónica 959-246-119-8.
- Fuentes Fiallo, V. 1999. Apuntes sobre la flora económica de Cuba I. Especies productoras de fibras. Vol. XX. *Revista del Jardín Botánico Nacional* (CU) 20: 57-82.
- Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM). 2005. Estrategia de Desarrollo Forestal 2005-2015. La Habana. Editorial MINAG. 18 p.
- Godínez Caraballo, D., Bolpato, G. 2008. Plantas medicinales que se venden en el Mercado el Río, Camagüey, Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (MX). 79: 243-259.
- Hernández Abreu, J., Zayas, E. de. 2004. Veinticinco años de investigaciones sobre los incendios Forestales en Cuba. *Revista Forestal Baracoa* (CU) 1 (1): 81-84.
- González-Torres, L.R. *et al.* 2016. Lista Roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 33-283.
- IES-CTVFAR. 1987. Instituto de Ecología y Sistemática de la Academia de Ciencias de Cuba y Comité Técnico de Víveres de la FAR. Plantas silvestres comestibles. Catálogo. La Habana. Imprenta Central de las FAR. 371 p.
- Lazcano Lara, J.C. *et al.* 2001. Memorias del Segundo Taller para la Conservación, Análisis y Manejo planificado de Plantas Silvestres Cubanas, CAMP II. 12-14 marzo IUCN/SSC. Conservation Breeding Specialist Group. Apple Valley, MN. USA.
- Lazcano, J.C. *et al.* 2004. Memorias del Tercer Taller para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado de Plantas Silvestres Cubanas, CAMP III. 16-18 enero 2003. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.
- Lazcano Lara, J.C. *et al.* 2005. Memorias del Primer Taller para la Categorización de Árboles Cubanos. Grupo de Especialistas de Plantas de Cuba, Flora y Fauna Internacional. La Habana. Jardín Botánico Nacional. 120 p.
- León, H. 1946. Flora de Cuba. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural, Colegio La Salle. La Habana. Cultural SA. 405 p.
- León, M.M. 2002. Endemismo vegetal en la provincia de Camagüey, Cuba. 90 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ecología). Instituto de Ecología y Sistemática.
- Leyva Sánchez, A. 1999. Las palmas en Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 84 p.
- Martínez, E. 1997. Algunas consideraciones sobre la flora de la provincia Camagüey. Biodiversidad de Cuba Oriental. Volumen II. Ciudad de La Habana. Editorial Academia. 7: 30-41.
- Méndez Santos, I. *et al.* 2000. Flora Apícola de la Provincia de Camagüey. *Revista Jardín Botánico Nacional* (CU) 21(2): 235-252.
- Méndez Santos, I.E. *et al.* 2002. Plantas amenazadas de extinción en la provincia de Camagüey; aproximación a un plan de manejo. CEMAEA (Centro de Estudios de Medio Ambiente y Educación Ambiental). Material inédito. Impresión ligera. Camagüey, Cuba.
- Méndez Santos, I. *et al.* 2004. Contribución al conocimiento y manejo de las plantas amenazadas de extinción en la provincia de Camagüey. Memorias del 3er. Congreso Forestal de Cuba y III Simposio Internacional de Técnicas Agroforestales. ISBN 959-246-119-800.
- Moya López, C., Leyva, A. 2000. Lista taxonómica actualizada de las Palmas de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional* (CU) 21 (1): 3-7.
- Muñiz, O., Borhidi, A. 1981. Palmas nuevas del género *Coccothrinax* Sarg. en Cuba. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* (HU) 27: 439-454.
- Muñiz, O., Borhidi, A. 1982. Catálogo de las palmas de Cuba. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* (HU) 28: 309-345.
- Peña, E. *et al.* 1998. Memorias del Primer Taller para la Conservación, Análisis y Manejo planificado de Plantas Silvestres Cubanas, CAMP I. 13-15 abril IUCN/SSC. Conservation Breeding Specialist Group. Apple Valley, MN. USA.
- Perpiñá, A. 1889. El Camagüey. Viajes pintorescos por el interior de Cuba y por sus costas. Barcelona. Librería de J. A. Bastinos y Librería de Luis Niubó. 448 p.
- Pérez, E., Enríquez, N., Sarduy, N. 1991. Plantas silvestres y cultivadas para el consumo humano en la provincia Camagüey. La Habana. Reporte de Investigación. Instituto de Ecología y Sistemática. Academia de Ciencias de Cuba.
- Pérez, E., *et al.* 1992. Flora y vegetación de la zona costera de los municipios Sierra de Cubitas y Minas, Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana* (CU) 87:1-26.
- Ricardo, N.E., Puoyu, R., Herrera, P. 1995. Classification of thesynanthropic categories in the flora of Cuba. *Revista Fontqueria* (ES) 42: 367-430.
- Roig y Mesa, J.T. 1988. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. Tomo I y II. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 1125 p.
- Samek, V. 1973. Regiones Fitogeográficas de Cuba. Serie Forestal No 15. La Habana. Academia de Ciencias de Cuba. Departamento de ecología forestal. p. 1-84.
- Verdecia, R. 2013. Comunicación personal.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Rafael Ángel Risco Villalobos

Licenciado en Educación, especialidad Biología, máster en Educación Ambiental y especialista II de la Estación Experimental Agro-Forestal de Camagüey, ha impartido docencia en la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y participado activamente en proyectos de investigación relacionados fundamentalmente con la flora y vegetación de la provincia de Camagüey. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

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.

INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA VEGETACIÓN ACOMPAÑANTE DE ABAREMA MAESTRENSIS (URB.) BÄSSLER EN LA PLATICA, PARQUE NACIONAL TURQUINO

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES ON THE ACCOMPANYING VEGETATION OF ABAREMA MAESTRENSIS (URB.) BÄSSLER IN THE PLATICA, NATIONAL PARK TURQUINO

M.Sc. ALAIN PUIG-PÉREZ¹, ING. JOSÉ L. RODRÍGUEZ-FONSECA¹, M.Sc. ANDRÉS LÓPEZ-MARTELL¹, M.Sc. YENIA MOLINA-PELEGRÍN Y M.Sc. ADONIS SOSA-LÓPEZ

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 11/2, La Soledad, Guisa, Granma, teléfs. (23) 391387 y (23) 392511, apuigp@guisa.inaf.co.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Zonal de Conservación La Platica, Parque Nacional Turquino, en 2015, con el objetivo de determinar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación asociada a la especie de *Abarema maestrensis* (sabicú de la Maestra). Se establecieron 18 transectos de 150 m². Se tomaron datos de las variables ambientales altitud, pendiente, exposición, así como la riqueza y número de individuos. Se realizó un análisis de Correspondencia sin Tendencia. A través de este resultado se concibió un Análisis de Redundancia que explicó el patrón de ordenación de la comunidad y las variables fueron transformadas para comparar entre ellas. Las variables altitud y exposición marcaron la distribución de la vegetación, siendo *Abarema maestrensis* la especie más correlacionada con la altitud. El mayor agrupamiento de las especies se explicó en los ejes 1 y 2, obteniendo el 21 % de la variabilidad total.

Palabras claves: *Abarema maestrensis*, redundancia, tendencia, ambientales.

INTRODUCCIÓN

Grombone *et al.* (1990) plantean que los estudios ecológicos son de máxima importancia para la caracterización del papel ejercido por cada especie dentro de la fitocenosis, y también contribuyen de forma decisiva a la indicación de los estadios sucesionales, así como para mejorar la evaluación de la influencia de los factores de clima, suelo y acciones antrópicas en las comunidades vegetales.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Zonal Unit of Conservation "La Platica" in the National Park Turquino during 2015, with the objective of determining the influence of the environmental variables on the vegetation associated to the species *Abarema maestrensis* (sabicú de la maestra). It was established 18 transect of 150 m². The taking of data of the environmental variables altitude, slope, exhibition, wealth and individuals number was developed. It was carried out an analysis of Correspondence without Tendency, through this result an Analysis of Redundancy was conceived that the pattern of ordination of the community explained and the variables were transformed to compare among them. The variable altitude and exhibition marked the distribution of the vegetation being *Abarema maestrensis* the species more correlated with the altitude. The biggest cluster in the species was explained in the axes 1 and 2 obtaining 21 percent of the total variability.

Key words: *Abarema maestrensis*, redundancy, tendency, environmental.

Específicamente la Cordillera del Turquino posee condiciones ambientales particulares en cuanto a la altitud, la humedad, las precipitaciones, los suelos, entre otras, que propician la acumulación de especies endémicas, razón por la cual presenta el 46,2 % de los endémicos estrictos encontrados en la Sierra Maestra (Martínez y Fagilde, 2000).

Del mismo modo, Aguirre y Yaguana (2012) señalan que en todo estudio de vegetación de un ecosistema es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de flora en los diferentes tipos de vegetación. Los listados de especies que crecen en un área no tienen mayor utilidad para planificar el manejo. Por eso la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal (ecosistemas). Con los datos del muestreo se pueden obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado.

Teniendo en cuenta la problemática, para establecer criterios de conservación está dada por la falta de información acertada y oportuna. Algunas personas han propuesto la utilización de un enfoque multiespecífico conocido como especies focales (Lambeck, 1997). Este enfoque

permite agrupar a un conjunto de especies que poseen ciertas características especiales que las hacen particularmente susceptibles a los cambios negativos en su hábitat o amenazas a su supervivencia (Kattan *et al.*, 2008). En tal sentido, y teniendo como base que las variables ambientales juegan un papel importante en el desarrollo de las especies en los ecosistemas forestales, el objetivo del trabajo consiste en determinar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación asociada a la especie *Abarema maestrensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Unidad Zonal de Conservación (UZC) La Plática (Fig. 1), perteneciente la unidad administrativa del Parque Nacional Turquino (PNT), el cual es dirigido por la empresa municipal para la conservación de la flora y la fauna del municipio de Bartolomé Masó, en Granma, se localiza entre los 700 y 1000 msnm (Lastres *et al.*, 2011); las precipitaciones se manifiestan con mayor abundancia entre los 600 msnm y 1900 msnm, y varían desde los 1500 mm a 2700 mm en el período de abril a octubre. La temperatura máxima promedio anual del aire disminuye desde 30 °C en la costa hasta 16 °C en las partes más altas para el verano, mientras que las mínimas son más bajas en las zonas de mayor altura (Pico Cuba, Pico Real del Turquino y La Aguada del Joaquín), donde se ha registrado hasta 5 °C en la estación invernal (GEOCUBA, 2012).



Figura 1. Área de estudio UZC La Plática.

Para la recolección de los datos se emplearon transectos de 10 x 50 (500 m²), direccionados hacia cada punto cardinal, método propuesto por

Gentry (1982), y se levantaron 18 subparcelas de 10 m x 15 m. Cada parcela fue georreferenciada, se tomó la altitud, pendiente y exposición (Tabla 1).

Tabla 1. Posición geográfica, altitud, pendiente y exposición de las parcelas con *Abroma maestrensis* en el inventario

Unidad Zonal de Conservación	No. de parcela	Posición geográfica		Altitud	Pendiente (°)	Exposición
		N	W			
Comandancia La Platica	1	20° 01' 011"	076° 90' 960"	910	25	SW
	2	20° 01' 996"	076° 90' 320"	849	23	SW
	3	20° 01' 029"	076° 90' 777"	857	32	E
	4	20° 01' 108"	076° 90' 416"	827	22	E
	5	20° 01' 110"	076° 90' 389"	827	30	SW
	6	20° 01' 109"	076° 90' 394"	830	15	SE
Pico Mella	7	20° 01' 585"	076° 89' 693"	958	19	SE
	8	20° 01' 415"	076° 89' 592"	957	22	SE
	9	20° 01' 440"	076° 89' 454"	954	24	SW
	10	20° 01' 435"	076° 89' 444"	985	26	S
	11	20° 01' 449"	076° 89' 272"	969	27	SE
	12	20° 01' 155"	076° 89' 286"	966	31	SE
La Platica	13	20° 01' 455"	076° 89' 267"	946	30	SW
	14	20° 01' 454"	076° 89' 269"	945	23	S
	15	20° 01' 477"	076° 89' 692"	937	28	SW
	16	20° 01' 478"	076° 89' 165"	897	25	S
	17	20° 01' 289"	076° 89' 227"	895	33	SW
	18	20° 01' 435"	076° 89' 257"	946	35	W

Análisis estadístico

Para determinar la influencia de las variables ambientales sobre la vegetación fue necesario realizar una exploración de los datos que permitió obtener la longitud del gradiente en el Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DCA), empleando el programa CANOCO 4.5 para Windows Ter Braak (1997). Indicó alta homogeneidad en los datos (longitud del gradiente inferior a 3: eje 1: 1,481; eje 2: 1,187; eje 3: 1,273; eje 4: 1,422)

y por lo tanto, se tomó la decisión de utilizar el Análisis de Redundancia (RDA) como método de ordenación lineal para el análisis de gradiente directo.

Para reducir la influencia de valores extremos en los resultados de la ordenación (Palmer, 1993), las variables fueron transformadas para estandarizar los valores y facilitar la comparación entre ellas ($x' = \log x$, o $x' = \log (x + 1)$ (Ter Braak y Smilauer, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación de la vegetación con variables ambientales

Los primeros tres ejes ofrecieron buena solución a la ordenación de las unidades de muestreo y de

las especies (Tabla 2), pues la variabilidad total presente en los datos de abundancia de las especies (inercia = 1,00) explicó el 100 % de la relación especies-variables ambientales, y el 41,7 % de la varianza de especies mediante el conjunto de dichos ejes, indicando un gradiente fuerte.

Tabla 2. Resultados del análisis de Redundancia (RDA) de las abundancias de las especies, transformadas logarítmicamente, en función de las variables ambientales

Ejes	1	2	3	4	Varianza total (inercia)
Autovalores:	0,215	0,037	0,033	0,132	1,000
Correlaciones especie-ambiente:	0,967	0,682	0,690	0,000	
Porcentaje acumulado de la varianza					
De las especies:	21,5	25,2	28,5	41,7	
De la relación especies-variables ambientales:	75,5	88,4	100,0	0,0	
Suma de todos los autovalores:					1,000
Suma de todos los valores canónicos:					0,285
<i>Correlación de las variables ambientales con los ejes</i>					
No. de individuos	-0,9658	-0,0135	-0,0279	0,0000	
Altitud	0,0049	-0,6795	0,0568	0,0000	
Exposición	-0,3746	-0,1620	-0,6142	0,0000	

La prueba de significación mostró que el primer eje canónico fue estadísticamente significativo (Autovalor = 0,215; $F = 3,843$; $P = 0,0020$); de acuerdo con el valor del factor de inflación (FI), las tres variables seleccionadas contribuyeron independientemente a la ordenación ($FI < 20$).

Los datos aleatorizados generados con permutaciones Monte Carlo indicaron que tanto los autovalores para los tres primeros ejes, como los valores de correlación entre las especies, las variables ambientales y los tres ejes de la ordenación son significativos ($Traza = 0,285$, $F = 1,862$, $P = 0,0040$), lo que sugiere que los valores obtenidos con el RDA no se deben al azar, y el diagrama de ordenación (Fig. 2) proporciona una representación significativa de la distribución de la vegetación y las variables ambientales estudiadas.

El presente resultado coincide con los obtenidos por Aguilar (2015) en su investigación relacionada con variables ambientales en la Unidad Zonal de Conservación Santo Domingo, Parque

Nacional Turquino, la cual arrojó resultados significativos entre las variables estudiadas.

En la figura se muestra el análisis de redundancia de la vegetación en relación con las variables ambientales. El primer y el segundo eje cuantifican el 75 y el 13 % del total de la variación en la relación especies variables ambientales, respectivamente. Se muestra que las especies inventariadas responden a cada una de las variables ambientales correlacionadas. *Trichilia hirta* L. y *Ocotea leucoxylon* (Sw) Laness estuvieron asociadas negativamente con la altitud, mientras que *Acrodictydium jamaicensis* (Spreng), *Buchenavia capitata* Vahl y *Abarema maestrensis* (Urb) Bässler presentan una correlación positiva con esta variable. Por otra parte, *Sapium adenodon* Griseb, *Piper arboreum* Aubl., *Beilschmiedia pendula* (Sw) Hemsl, *Cinnamomum montanum* (Sw) J. Presl., *Guerea guidonea* (L.) Sleumer, *Cordiageras canthus* L., *Cecropia schreberiana* Miq., *Hibiscus elatus* Sw, *Roystonea regia*

(Kunth.) O.F. Cook, *Dendropanax arboreus* L. y *Pseudolmedias puria* (Sw) Griseb, mostraron relación positiva con la abundancia presente en los sitios de muestreo; sin embargo, la exposi-

ción se correlaciona mejor con el eje 3, y son precisamente las especies *Clusia rosea* Jacq., *Alchornea latifolia* Sw y *Sapium aurifolium* (A. Rich.) las que muestran mejor relación.

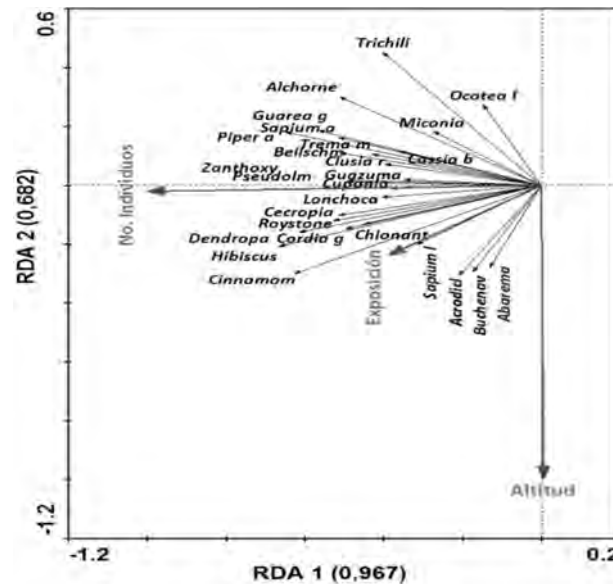


Figura 2. Análisis de Redundancia de las 18 parcelas muestreadas de la vegetación acompañante de *Abarema maestrensis* en relación con una variable estructural y dos variables topográficas. Las flechas de menor saeta corresponden a las especies, y las de mayor saeta a las variables ambientales.

Abarema maestrensis (*Abarema*); *Buchenavia capitata* (*Buchenavia*); *Acrodiclidium jamaicense* (*Acrodicl*); *Sapium laurifolium* (*Sapium l*); *Chionanthus domingensis* (*Chionant*); *Cinnamomum montanum* (*Cinnamom*); *Hibiscus elatus* (*Hibiscus*); *Cordia gerascanthus* (*Cordia g*); *Dendropanax arboreus* (*Dendropa*); *Roystonea regia* (*Roystone*); *Cecropia schreberiana* (*Cecropia*); *Lonchocarpus sericeus* (*Lonchoca*); *Cupania americana* (*Cupania*); *Guazuma ulmifolia* (*Guazuma*); *Pseudolmedias puria* (*Pseudolm*); *Zanthoxylum martinicense* (*Zanthox*); *Clusia rosea* (*Clusia r*); *Beilschmiedia pendula* (*Beilschm*); *Trema micranthum* (*Trema m*); *Piper arboreum* (*Piper a*); *Sapium adenodon* (*Sapium a*); *Guarea guidonia* (*Guarea g*); *Cassia biflora* (*Cassia b*); *Alchornea latifolia* (*Alchorne*); *Miconia elata* (*Miconia*); *Trichilia hirta* (*Trichili*); *Ocotea leucoxydon* (*Ocotea l*).

CONCLUSIÓN

- Las variables que más influyeron en la vegetación acompañante de *Abarema maestrensis* fueron la altitud y la exposición, respectivamente, las que regularon la abundancia poblacional y la frecuencia, lo que permite el desarrollo y conservación de la especie a corto y mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. 2015. Caracterización estructural de *Huetea cubensis* Griseb., y *Juglans jamaicensis* C. DC. en la Unidad Zonal de Conservación Santo Domingo. Parque Nacional Turquino. 72 h. Tesis (en opción al título de Máster en Ciencias Forestales)-- Universidad de Pinar del Río.
- Aguirre, M. Yaguana, Celso, P. 2012. Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad. Ecuador. Editorial Loja. 71 p.
- Álvarez, O.P.A., Varona T.J.C. 2006. Silvicultura. La Habana. Editorial Ciencia y Técnica. 200 p.
- Capote, R.P., Berazaín, R. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista de Jardín Botánico Nacional (CU) 5(2): 27-75.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. Evolutionary Biology () 15: 1-84.
- GEOCUBA. 2012. Mapas del Parque Nacional Turquino. Escala: 1: 100 000.

- Grombone, M., Bernacci, L., Neto, A. 1990. Estrutura fitosociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque municipal de Grotta Funda. Atibaia. São Paulo. Acta Botânica Brasílica (BR) 4 (2): 47-64.
- Kattan, G., Naranjo, L., Rojas, V. 2008. Especies Focales. En: Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Fundación EcoAndina; Wildlife Conservation Society. Cali.
- Lambeck, R. 1997. Focal species: Multi-species Umbrella for nature conservation. Conservation Biology (US). 11(4): 849-856.
- Lastres, I., Hernández, P., Gómez, J.M. 2011. Área Protegida Parque Nacional Turquino. Plan de Manejo 2011-2015. 45 p.
- Martínez, E., Fagilde, M.C. 2000. Fitogeografía. El endemismo de las Fanerógamas. En: Diversidad Biológica del macizo montañoso Sierra Maestra. Informe de Proyecto. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Santiago de Cuba. (Inédito). Tomo I. p. 427-435.
- Palmer, M.W. 1993. Putting things in even better order: The advantages of canonical correspondence analysis. Ecology. Volumen 74: 2215-2230 p.
- Renda, A. 1989. Particularidades edafológica-forestales de la región central de la Sierra Maestra. 90h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. (Inédito).
- Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. La Habana. Editorial Ciencia y Técnica. 291 p.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. Vegetatio (NL) 69: 69-77.
- Ter Braak, C.J.F., S_MILAUER, P. 1998. CANOCO. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York.
- Ter Braak, C.J.F., Verdonschot, F.M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in Aquatic Ecology. Aquatic Sciences (CH) 57: 255-286.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alain Puig Pérez

Ingeniero Forestal, máster en Ciencias Forestales, especialista I para la Investigación, Innovación y Desarrollo, su labor investigativa ha estado dirigida en las temáticas de Conservación de Especies Amenazadas de la Sierra Maestra, Biodiversidad, Silvicultura Urbana y Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

ESTADO DE LAS PLANTACIONES PROTECTORAS DE *BAMBUSA VULGARIS* EN TRES SITIOS DEL GRAN PARQUE METROPOLITANO DE LA HABANA

STATE OF THE PROTECTIVE PLANTATIONS OF *BAMBUSA VULGARIS* IN THREE SITES OF THE GREAT METROPOLITAN PARK OF HAVANA

DRA. ELSA M. CORDERO-MIRANDA¹, ING. YAMILA VALIENTE-PALACIOS² Y TÈC. JESSICA HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ¹

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

² Servicio Estatal Forestal Marianao. Calle 49 e/ 120 y 122, Marianao, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland es una especie de gran importancia para la localidad por sus usos. El trabajo se ejecutó en tres áreas de la faja forestal hidrorreguladora del Arroyo Santoyo, Bosque de Pogolotti y Finca de Adalberto Morejón y cercana al río Almendares, la del Banco Germoplasma de bambú ubicada en la localidad Husillo, pertenecientes al Gran Parque Metropolitano de La Habana. Con el objetivo de conocer el estado de las plantaciones protectoras de la especie se evaluaron los plantones desde 2005 hasta 2015. Se utiliza una metodología para los criterios de evaluación del estado actual de conservación de los culmos y el cuestionario de tipo grupal. Los resultados en dichas áreas arrojaron una valoración de regular; se comprobó la estructura regular y malas prácticas de manejo en los plantones, lo que causa el principal deterioro de la especie: "Malas prácticas de manejo", con una alta ponderación.

Palabras claves: *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland, deterioro, causas, manejo, prácticas.

ABSTRACT

Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland kind of a great importance for the town for their uses. The work was executed in three areas of the strip forest hidrorreguladora of the Stream Santoyo, Forest of Pogolotti and Property of Adalberto Morejón and near to the river Almendares that of the Bank bamboo Germoplasma in the town Screw, belonging to the Great Metropolitan Park of Havana. With the objective of knowing the state of the plantations protectors of the species the grafts were evaluated from the year 2005 - 2015. A methodology is used for the approaches of evaluation of the current state of conservation of the culmos and the questionnaire of type grupal. The results in this areas threw a valuation of regulating, he/she was proven the structure regular and bad handling practices in the grafts what causes the main deterioration of the species: "Bad handling practices", with a high ponderación.

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

INTRODUCCIÓN

El hombre en su interacción con la naturaleza aprendió a utilizar los recursos que esta le brindaba para garantizar su existencia, y en la medida en que los conocimientos adquiridos le permitieron un mayor grado de satisfacción de sus necesidades, su visión se fue transformando en un predominio de intereses de uso, conservación y manejo de los recursos (García, 2006). La conservación y utilización racional de los recursos forestales constituye

un importante desafío de carácter global, por cuanto conseguir un adecuado equilibrio entre la utilización y conservación de estos recursos representa un aspecto crucial para el desarrollo (Gutiérrez, 2003). La conservación depende de las expectativas y las necesidades actuales de la sociedad, sobre todo de la calidad del manejo forestal (Prabhu *et al.*, 1999), además de evaluar los ambientes y las poblaciones. Los ambientes se evalúan en términos de cantidad de biomasa.

Las poblaciones se evalúan en términos de número de individuos, presencia o ausencia de especies naturalizadas. El resultado de estas evaluaciones indica si el ecosistema está en equilibrio, amenazado o si se ha deteriorado. 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). Es primordial destacar que el género *Bambusa* se presenta a lo largo y ancho del arroyo Santoyo y en el Banco Germoplasma en la localidad Husillo, cercana al río Almendares en la reforestación de la cuenca por sus propias características, pero es totalmente vulnerables a la acción antrópica debido a que los artesanos y campesinos lo utilizan sin control para diferentes usos. Las plantaciones de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland se encuentran afectadas por las talas indiscriminadas, crecidas del arroyo Santoyo, provocando un aumento de la erosión del suelo y mayor número de cárcavas en sus márgenes, de manera tal que aparecen plantones secos y quebrados, lo cual agudiza la deforestación, acarreando la degradación de los suelos. Todos estos elementos facilitaron identificar el objetivo del trabajo que se enfoca en conocer el estado de las plantaciones protectoras de *Bambusa vulgaris* en el Gran Parque Metropolitano de La Habana. Parte II.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en tres áreas donde se localiza la especie *Bambusa vulgaris*, en la faja forestal hidrorreguladora del Arroyo Santoyo en el Bosque de Pogolotti, Finca de Adalberto Morejón con suelo húmico calcimórfico típico, respectivamente, y Banco Germoplasma de bambú ubicada en la localidad Husillo, cercana al río Almendares con suelos antrosolos antrópicos (Hernández *et al.*, 1999), perteneciente al Gran Parque Metropolitano de La Habana, provincia de La Habana, que abarca un total de áreas de bambú de 35 690 m² (Registros del Equipo Técnico GPMH, 2015).

La temperatura media anual es de 25 °C y una precipitación de 1290 mm, a partir de los registros brindados por el INSMET (2013). Para caracterizar la dinámica forestal de la especie se tomó información del registro del Gran Par-

que Metropolitano de La Habana, en el período 2005-2015. Se determinó el tamaño de la muestra siguiendo el método de Calero (1978), con un error experimental de 0,10 y un nivel de confiabilidad del 95 %.

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

n: Tamaño de muestra *d*: error máximo permisible (0,10)

p: Probabilidad de éxito (0,5) *N*: tamaño de la población

α: 0,05 tabla matemática (el nivel de significación para el 95 %)

Z: Gaus

Se muestreó un total de 10 parcelas por cada área. La distribución de las parcelas se realizó mediante el método de muestreo aleatorio simple. El área de las mismas de 10 x 10 m², encontrándose en el área un total 51 plantones en estudio representativos de las áreas Bosque de Pogolotti 12, la Finca de Adalberto Morejón 9 y Banco Germoplasma de bambú 30. En cada parcela se realizó la enumeración de los plantones, se midió el área del plantón, número de brotes, número de culmos verdes, adultos y secos, longitud de culmos verdes y adultos, diámetros de tallos verdes y adultos exteriores, peso de culmos verdes y adultos, seleccionando un culmo por cada plantón en estudio, grosor de la pared en milímetros a 1,30 m, total de hectáreas de bambú y número de plantones.

Para estas últimas mediciones relacionadas con el peso y grosor de la pared de los culmos, se tuvieron que cortar los tallos con un machete, se utilizó una cinta métrica para medir el diámetro exterior y un pie de rey para las medidas del grosor de la pared. El estado de conservación de las plantaciones protectoras se valoró a través de descripciones de los plantones en las áreas de estudio desde 2005 hasta 2015, 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, estado sanitario, categorías de amenaza y los niveles de seguridad. Para efectuar las observaciones en las áreas de estudio se recurrió a las metodologías de Wong (1995) y Álvarez *et al.* (2003). La herramienta utilizada fue un cuestionario de tipo grupal para la recopilación de las causas del deterioro de las plantaciones protectoras que se caracterizó, según Notario (1999). Para la aplicación de la herramienta se trabajó, por su tamaño manejable y los pocos recursos necesarios para su puesta en práctica, con la población total compuesta por especialistas, técnicos y obreros vinculados a las labores con el bambú de las tres áreas de estudio, que suman un total de 18 trabajadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se muestran las características evaluadas para cada uno de las áreas, mos-

trando 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 propio autor, el grosor de las paredes es muy inferior a la media obtenida de 7-15 mm, provocado básicamente por el manejo en el corte del tallo en la periferia del plantón realizado por los trabajadores y habitantes de las áreas, lo cual provoca la activación de yemas en el interior de la cepa y la consecuente congestión de la misma. Además, por los cortes repetidos y a destiempo, se permite una reducción en el vigor de los rizomas. De acuerdo con el número de plantones el área 3, Banco Germoplasma de bambú presenta condiciones para ser manejada para su aprovechamiento en un tiempo menor que las restantes; el área 1 Bosque de Pogolotti y área 2 Finca de Adalberto Morejón precisan igualmente manejo, enriquecimiento y fomento con nuevas plantaciones.

Tabla 1. Características evaluadas en los plantones por áreas de estudio

<i>Características evaluadas</i>	<i>Área 1</i>	<i>Área 2</i>	<i>Área 3</i>
Número de brotes	13,0	7,0	4,0
Número de culmos verdes	13,0	34,0	30,0
Número de culmos adultos	20,0	18,0	22,0
Número de culmos secos	8,0	10,0	7,0
Longitud del culmos verde (m)	8,0	9,0	9,3
Longitud del culmos adulto (m)	8,1	8,5	8,8
Diámetro del culmos verde (cm)	7,3	8,2	9,6
Diámetro del culmos adulto (cm)	8,2	10,0	9,4
Peso del culmos verde (kg)	18,0	17,5	17,5
Peso del culmos adulto (kg)	14,0	15,0	15,5
Grosor de la pared a 1,30 m (mm)	3,6	4,0	2,4
Total de hectáreas de bambú (ha)	0,5	0,1	3,0
Número de plantones	12	9	30

Área 1: Bosque de Pogolotti, Área 2: Finca de Adalberto Morejón, Área 3: Banco Germoplasma de bambú.

En cuanto a los brotes (*Tabla 2*), los resultados muestran que en las tres áreas esta variable se encuentra por debajo de la estructura internacional reportada por Wong (1995), por lo que muestran condiciones para ser manejada y lograr el crecimiento de nuevos brotes. Para los culmos verdes, en el área 1 está por debajo

de la estructura internacional a diferencia de las áreas 2 y 3, que están dentro y por encima del rango reportado.

En los culmos adultos se puede apreciar que la relación es inversa a la estructura planteada internacionalmente, al encontrarse por debajo de la misma, mientras que para

los culmos secos están por encima y ello facilita la aparición de plagas y enfermedades, contrariando además el crecimiento de los

culmos adultos y verdes, manifestando las malas prácticas de manejo a que han estado sometidos los plantones.

Tabla 2. Comparación de los porcentajes de culmos con la estructura internacional

<i>Características evaluadas</i>	<i>Área 1</i>	<i>Área 2</i>	<i>Área 3</i>	<i>Estructura internacional</i>
Brotes	13,0	7,0	4,0	15,0
Culmos verdes	13,0	34,0	30,0	30,0
Culmos adultos	21,0	19,0	23,0	40,0
Culmos secos	16,0	20,0	17,0	15,0

Área 1 Bosque de Pogolotti, Área 2 Finca de Adalberto Morejón, Área 3 Banco Germoplasma de bambú.

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

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

Tabla 3. Evaluaciones de los criterios definidos para el estado de conservación de las áreas de estudio

<i>Áreas</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>			
Bosque Sagrado de Pogolotti	M	7-9	PS, PM, PI	Bv	x	x	B
Finca de Adalberto Morejón	M	8-10	PS, PM, PI	Bv	x	x	R
Banco Germoplasma	M	9-10	PS, PM, PI	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, R: Regular.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones reflejan que las situaciones no son favorables, reportándose en cada área culmos en el suelo, secos y partidos, con follaje poco denso; se observa además los plantones faltos de manejo, con moderado grado de antropización; se reportan talas furtivas y pobre regeneración natural.

El reporte de talas furtivas es aspecto nocivo en la estructura del mismo y causan las mayores afectaciones en los culmos maduros y sobremaduros (Álvarez *et al.*, 2003). Estos mismos autores plantean que un buen manejo en las cepas de bambú implica proceder con tratamientos silvícolas para preservar el máximo vigor, productividad de rizomas y culmos. Se deben extraer los mismos culmos sobremadu-

ros, defectuosos y asegurar una distribución espacial de ellos en una cepa. Los plantones de la especie con moderada antropización en las tres áreas de estudio tienen una estructura regular, se aprecian malas prácticas de manejo, ilustrado por un corte repetido y a destiempo que incita un deterioro en los bambúes, lo cual reduce el vigor de los rizomas y disminuye la calidad de los plantones; también los cortes de tallos en la periferia del plantón que provocan la activación de yemas en el interior de la cepa y su congestión, y los cortes de los tallos al nivel del tercer y cuarto nudo que pueden provocar la posterior pudrición de los rizomas, y además la falta de tratamientos silviculturales, por lo que se deben controlar que los mismos prolonguen su deterioro .

Las áreas 1 y 3, calificadas como moderadamente antropizadas, manifiestan un buen estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular, posee pobre regeneración natural y carecen de buenas prácticas de manejo, valorando este último criterio como uno de los más importantes que favorece al enriquecimiento de los plantones, coincidiendo con lo expresado por Cordero *et al.* (2014).

El área 2 manifiesta un regular estado sanitario, la estructura de la vegetación es regular, posee pobre regeneración natural y carecen de buenas prácticas de manejo.

Las tres áreas investigadas se clasifican en categoría de estado vulnerable, las cuales carecen de buenas prácticas de manejo y presentan culmos secos y quebrados en el suelo. El nivel de seguridad, determinado a partir de las categorías de amenaza en cada área, es medio (nivel 2). La categoría ocupacional constituyó un dispositivo cardinal para precisar la procedimiento de los criterios evaluados en el cuestionario; no obstante, la experiencia en el manejo de la especie *Bambusa vulgaris* fue un factor que in-

tervino necesariamente en la jerarquización de las causas fundamentales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie referida.

Apoyados en el criterio de Surós (2005), el éxodo de fuerza laboral forestal a otras actividades económicas ha provocado una disminución de la cultura técnica forestal, máxime cuando esta depende de la constancia y la práctica continúa de los recursos laborales. Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, los especialistas y técnicos resultaron ser los de mayor experiencia en el trabajo con la especie, a diferencia de los obreros, donde la mayoría cuenta con menos de cinco años de experiencia, indicando poca preparación de los trabajadores en las actividades prácticas sobre el manejo del bambú. La causas fundamentales del deterioro de las plantaciones de bambú fueron sometidas a un análisis de Pareto apilado (*Fig. 1*), mediante el cual se organizó una primera pila para la causa “Malas prácticas de manejo”, que repercutió en un primer nivel de importancia para todos los grupos de encuestados de acuerdo a los años de experiencia en las labores con la especie.

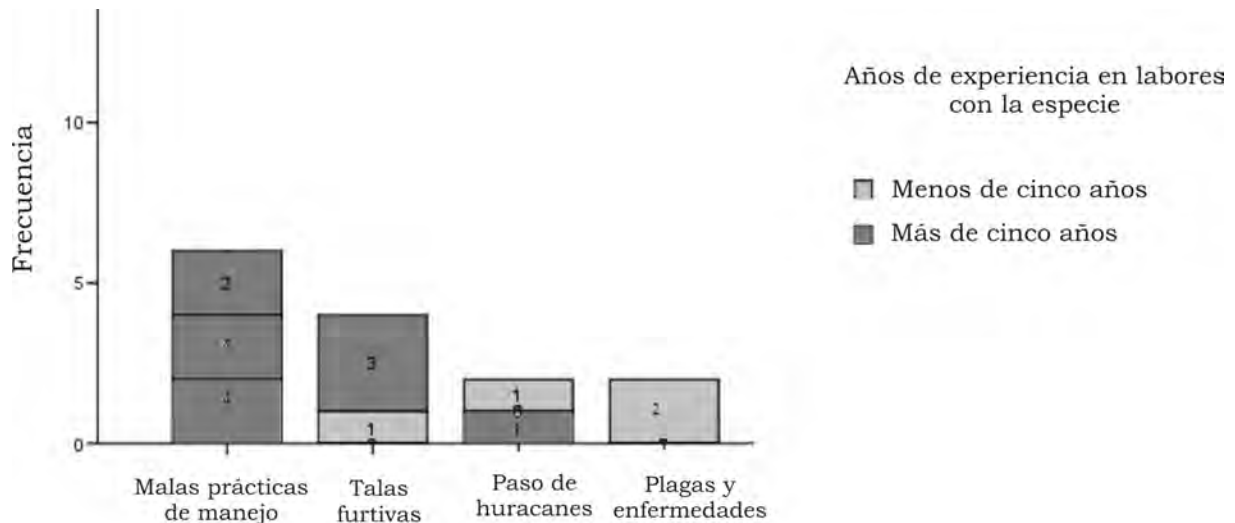


Figura 1. Causas fundamentales del deterioro de las plantaciones de bambú.

En un segundo nivel de jerarquía se observan tres pilas que agrupan las causas “talas furtivas”, “paso de huracanes” y “plagas y enfermedades”. En el caso de “Malas prácticas de manejo”, es evidente que es una de las causas de mayor relevancia en el deterioro de la especie. De manera que la protección de las plantaciones de bambú exige las buenas prácticas de

manejo para obtención de culmos más vigorosos y productivos (Betancourt *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

- Las masas existentes permitieron proyectar acciones de manejo, resultando para el aprovechamiento en un menor tiempo el área del Banco Germoplasma de bambú y enriqueci-

miento y fomento de nuevas plantaciones las áreas Bosque de Pogolotti y Finca de Adalberto Morejón.

- Las plantaciones de *Bambusa vulgaris* en las tres áreas de estudio se evalúan de regular, comprobándose plantones con estructura regular y malas prácticas de manejo.
- Las causas principales del deterioro de las plantaciones protectoras de la especie resultaron ser “Malas prácticas de manejo”, “ta-las furtivas”, “paso de huracanes” y “plagas y enfermedades”, 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 agro-ecológicas 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.
- Betancourt, M. *et al.* 2008. Reforestación con Bambú en Cuba. Memorias del taller Bambú biomasa, Bayamo, Granma. Versión electrónica. p.14.
- 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. 56 p.
- Cordero, E.M. 2014. Estado de las plantaciones protectoras de *bambusa vulgaris* Schrader ex wendland en el Río Cuyagüateje. Revista Forestal Baracoa (CU) 33(2): 3-8.
- García, Q.Y. 2006. Estrategia de conservación intraespecífica para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. 178 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas. Universidad de Pinar del Río/Universidad de Alicante.
- Gran Parque Metropolitano de La Habana. 2015. Registros del Equipo Técnico. Estudio sobre el cálculo de áreas de bambú en el Gran Parque Metropolitano de La Habana. La Habana. Cuba. 1 p.
- Gutiérrez, B. 2003. Enfoque cooperativo para el mejoramiento genético y la conservación de los recursos forestales en Chile, Colombia y Costa Rica [on line]. Investigación Agraria. Sistema y Recursos Forestales (ES) 12(3):113.
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Suelos. 64 p.
- INSMET. 2013. Conferencia impartida sobre el clima de Cuba. La Habana.
- Notario Castro, 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.
- Prabhu, R., Colfer, C.J.P., Dudley, R.G. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria, and indicators for sustainable forest management. The criteria and indicators Toolbox Series No. 1. Indonesia. CIFOR. 186 p.
- Surós, R.E. 2005. Bases teóricas metodológicas para determinar las dimensiones de las Unidades de Base. Estudio de caso: Unidad Macurije. 93 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.
- Wong, K.M. 1995. The Bamboos of Peninsular Malaysia, Malayan 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, Silvicultura y Medio Ambiente. miembro de la comisión permanente del Consejo Científico (Comisión de Silvicultura) y Comisión Científico-Forestal del INAF. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN EL SOTOBOSQUE DE PLANTACIONES DE *PINUS MAESTRENSIS* EN GUISA, PROVINCIA DE GRANMA

NON-WOOD FOREST PRODUCTS IN SOTOBOSQUE OF PLANTATIONS *PINUS MAESTRENSIS* IN GUISA, PROVINCE OF GRANMA, CUBA

M.Sc. ANDRÉS LÓPEZ-MARTELL¹, DR. ADOLFO NUÑEZ-BARRIZONTE², DRA. KATIA MANZANARES-AYALA² Y TÉC. JORGE L. ESPINOSA-GONZÁLEZ¹

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera Vía Victorino Km 1½, La Soledad. Guisa, Granma, Cuba, (023) 39-1387, alopezm@guisa.inaf.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Playa, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, 7208-4046. adolfo@forestales.co.cu

RESUMEN

Con el objetivo de inventariar la flora existente en áreas de sotobosque en plantaciones de *Pinus maestrensis*, y determinar los recursos de Productos Forestales No Maderables (PFNM) aprovechados y aprovechables por la población, se realizó una investigación en la localidad de Los Números, de la Unidad Empresarial de Base Silvícola de Guisa, perteneciente a la Empresa Agro-Forestal Granma. De las 44 especies identificadas y registradas, agrupadas en 30 familias botánicas y 41 géneros, con predominio mayoritario de herbáceas, el 75 % aproximadamente (33 especies), provee algún u otro recurso de PFNM que resulta recolectado por diversos usos. Se establecieron nueve categorías para los PFNM y siete para los usos, reportándose las categorías de follaje, hojas y frutos como las más recolectadas, y el uso medicinal, con 20 especies, como el de mayor aplicación, aún sin la validación científica de las propiedades terapéuticas atribuidas por el uso popular a muchas especies. Se demuestra la importancia del sotobosque en la provisión de PFNM variados de relativa importancia socioeconómica.

Palabras claves: sotobosque, Productos Forestales No Maderables, categoría.

INTRODUCCIÓN

La especie *Pinus maestrensis* Bisse, de la familia *Pinaceae*, es una de las cuatro especies de pino que crecen en Cuba. Se encuentra regionalizada en el sur de la región oriental del país, principalmente en la Sierra Maestra, de ahí su

ABSTRACT

With the objective of inventorying the flora existent in undergrowth areas in plantations of *Pinus maestrensis*, and to determine the resources of Non Wood Forest Products (NWFP) profitable for the population, was carried an investigation in the place known by Los Números, of the Silvicultural Management Unit of Base of Guisa, belonging to the Company Agroforestal Granma. From the 44 identified and registered species, contained in 30 botanical families and 41 scientific genuses, with majority prevalence of herbaceous, 75 % approximately (33 species), provides someone resource of NWFPs that it is gathered by diverse uses. It were established 9 categories for the NWFP and 7 for the Uses, being reported the foliage, leaves, and fruits categories, like a most gathered, and the medicinal uses, with 20 species, like the biggest application, still without the scientific validation of the therapeutic properties attributed by the popular uses of many species. The importance of the undergrowth is demonstrated in the provision of varied NWFP of relative socioeconomic importance.

Key words: undergrowth, Non-Wood Forest Products, category.

nombre común de pino de la Maestra, aunque en algunos lugares se conoce también como pino de cuaba. En las plantaciones de *Pinus maestrensis* crece y se desarrolla un sotobosque constituido por diferentes especies típicas que

caracterizan a la formación forestal y que constituye un potencial de recursos de productos forestales, particularmente no maderables, de los cuales se sirven los pobladores locales. Sin embargo, el sotobosque, como afirma Mesa *et al.* (1999), es generalmente eliminado durante las actividades silviculturales de mantenimiento y aprovechamiento.

La Cumbre de Río de Janeiro 1992, conocida también como Cumbre de la Tierra, marcó un antes y un después en el uso de los Productos Forestales No Maderables (PFNM), al conceptualizar dentro del desarrollo sostenible la posibilidad de que el empleo del componente no maderable de los bosques ocupe un lugar preponderante en la satisfacción de necesidades socioeconómicas, con la consiguiente disminución de la presión extractiva de madera en el patrimonio forestal, para potenciar de esa forma los PFNM a escala planetaria. Estos criterios son compartidos por Núñez y Puentes (2008) al

considerar los múltiples usos e importancia de estos productos en un estudio de caso sobre el cogollo de la palma real en Cuba como un PFNM de gran valor sociocultural en Cuba.

Es objetivo del presente trabajo inventariar las especies y los PFNM existentes en el sotobosque de plantaciones de *Pinus maestrensis* con la finalidad de conocer las potencialidades aprovechables.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en rodales de plantaciones de *Pinus maestrensis*, del área de manejo Los Números, de la Unidad Empresarial de Base Silvícola Guisa, Empresa Agro-Forestal Granma (Fig. 1). Las plantaciones tienen más de 30 años de edad y fueron establecidas sobre suelo ferralítico rojo amarillento, según Renda *et al.* (1981), a 680 msnm, con pendientes superiores al 25 %, según el ordenamiento del territorio.

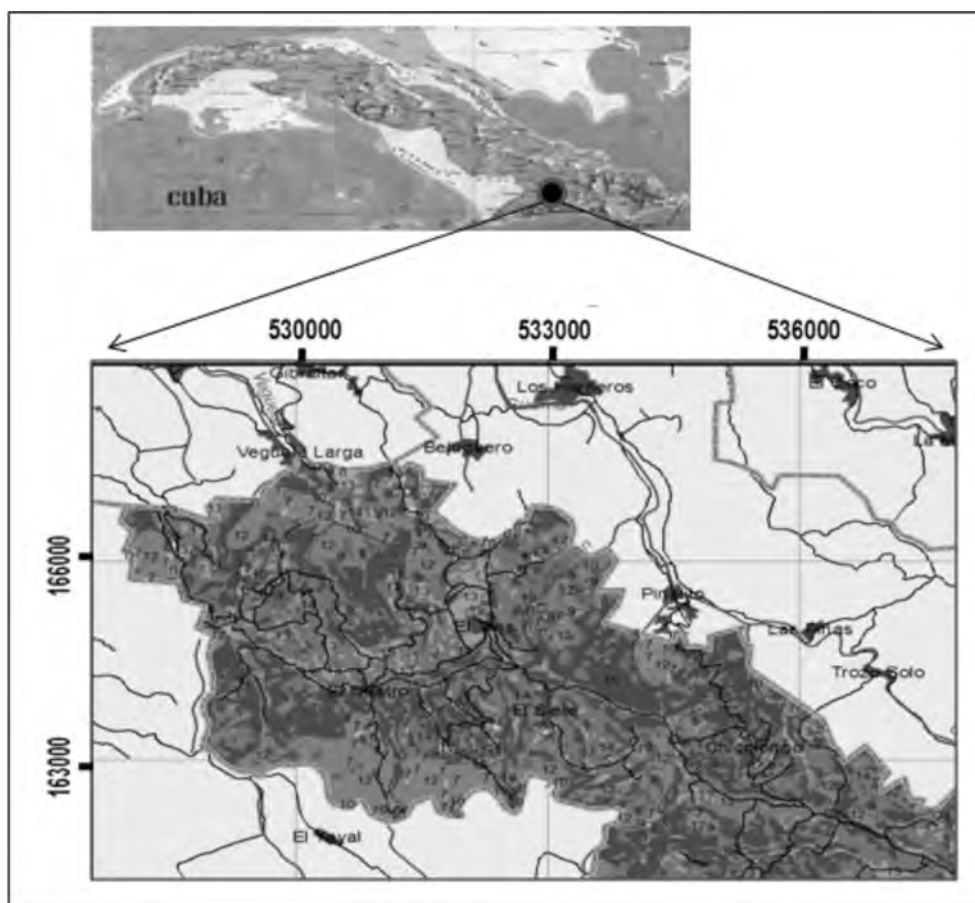


Figura 1. Localización del área de estudio.

Se realizó un inventario de especies de acuerdo a la metodología de Kirkconnell, Stotz y Shopland (2005), para identificar y registrar las especies presentes en el sotobosque de las plantaciones de *Pinus maestrensis*, siguiendo una trayectoria trazada *a priori* sobre el terreno de acuerdo a las posibilidades de accesibilidad y transitabilidad.

Las especies identificadas se listaron a partir de su nombre común y se designaron variables taxonómicas para resumir de cada especie el nombre científico, la familia botánica y el hábito o forma de crecimiento, corroborándose la taxonomía, según Acevedo y Strong (2012).

Mediante la técnica etnobotánica de la entrevista abierta a 38 personas (11 trabajadores forestales y 27 campesinos), y la observación directa participante se determinaron los PFNM de origen vegetal que proveen las especies registradas, definiéndose categorías antropocéntricas tanto para los PFNM como para los usos, partiendo de la clasificación establecida por la FAO (1995). La delimitación cualitativa de las personas a entrevistar solo consideró residentes y trabajadores en el área, no discriminándose sexo, raza, edad o nivel educacional.

Por consulta de la Lista Roja de la Flora Vascular Cubana (Berazaín *et al.*, 2005) se determinaron las especies bajo categorías de amenaza, así como las especies protegidas por la Ley Forestal del país (MINAG-SEF, 1998).

La información se procesó estadísticamente mediante un análisis de conglomerados, tomando como variable dependiente las especies inventariadas y como variable independiente las categorías de PFNM y de los usos, para agrupar por similitud las categorías de PFNM y los usos, corroborar los de mayor distribución numérica y brindar elementos que permitan valorar su importancia práctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de especies

Se listaron 44 especies, distribuidas en 30 familias botánicas y 41 géneros (*Anexo 1*).

Las formas de vida comprenden 7 árboles, 15 arbustos y 22 hierbas. Las herbáceas representan la mayor proporción, aproximadamente el 50 % del total de las especies registradas, condición

poco común en los pinares de occidente y que se debe a las mejores condiciones edafoclimáticas de los sitios donde crece *Pinus maestrensis*, caracterizados por suelos con mayor contenido de materia orgánica, mayor índice de precipitación y mayor incidencia de la luz solar.

Por la distribución numérica de especies continentivas, los géneros mejor representados son *Piper*, *Panicum* y *Vitis*, con dos especies cada uno, y las familias botánicas mejor representadas son Fabaceae, con cuatro especies; Asteraceae, Phytolaccaceae y Poaceae, con tres; y Convolvulaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Vitaceae y Zingiberaceae, con dos especies cada una, respectivamente.

Se registra una especie endémica, *Tapura cubensis* Poepp., de la familia Dichapetalaceae, cuyas hojas y corteza tienen uso medicinal, y una especie amenazada, bajo la categoría de preocupación menor (Berazaín *et al.*, 2005), *Chrysophyllum oliviforme* L., de la familia Sapotaceae, cuyo fruto es comestible por los humanos. Ambas especies, por la condición de leñosas, muchas veces son taladas por la madera de sus troncos y ramas utilizadas como combustible y para carbón vegetal.

Se encuentran además seis especies consideradas invasoras por diversas fuentes (Lowe *et al.*, 2000; Acevedo y Strong, 2012), una arbórea, dos arbustivas y tres herbáceas: *Cochlospermum vitifolium*, *Turbina corymbosa*, *Ipomoea purpurea*, *Panicum maximum*, *Piper auritum* y *Clidemia hirta* (conocidas como botija, campanilla blanca, campanilla morada, yerba de Guinea, caisimón de anís y cordobán peludo). Estas especies tienen una alta capacidad de propagación, por lo que pueden alterar la composición en especies, ocasionar pérdida de diversidad autónoma y degradación del hábitat invadido, razones que deben ser consideradas en el manejo de las áreas.

Entrevistas realizadas

El 100 % respondió que de las especies existentes en el sotobosque de las plantaciones de pino, aprovechan generalmente las de uso medicinal, sobre todo el follaje, y las leñosas como combustible. El 77 % afirmó que consumen los frutos de las especies silvestres de manera ocasional, solo cuando por equis razones están en el bosque. El 92 % culpó de la extracción de plantas

ornamentales a los recolectores que hacen de la actividad un medio de vida.

PFNM de origen vegetal

Del total de las especies listadas, el 75 % (33 especies) provee algún u otro PFNM que resulta recolectado por diversos usos. Aunque una parte considerable de estas especies provee un solo recurso, otra parte también considerable, aproximadamente el 20,4 % provee dos o más PFNM, aspecto de importancia a considerar en el manejo de las especies por la mayor presión que se ejerce sobre las mismas (Anexo 2).

Las categorías establecidas para los PFNM fueron las siguientes: (1) hojas, (2) follaje, (3) flores, (4) frutos, (5) cortezas, (6) raíces, (7) fibras, (8) planta en pie y (9) semillas.

Las categorías establecidas para los usos fueron las siguientes: (1) alimento humano, (2) forraje, (3) medicinal, (4) artesanal, (5) sociorreligioso, (6) ornamental y (7) otros usos.

Según la distribución numérica y porcentajes de especies contentivas, se reportan como PFNM de mayor utilización las categorías de follaje, hojas y frutos, con 10, 8, y 6 especies; y como usos de mayor aplicación el medicinal, con 20 especies (Tabla 1). Estas categorías son las que requieren mayor atención, pues las hojas y el follaje implican defoliación y desnudación, con la consiguiente degradación de capacidades productivas, y el uso medicinal implica la validación de las propiedades terapéuticas atribuidas por un uso popular no comprobado científicamente.

Tabla 1. Distribución numérica y porcentual de las categorías de PFNM y de usos, con respecto al número total de especies listadas

No.	Categorías de PFNM	Distribución numérica	Porcentaje (%)	No.	Categorías de usos	Distribución numérica	Porcentaje (%)
1.	Hojas	8	18,1	1.	Alimento humano	9	20,4
2.	Follaje	10	22,7	2.	Alimento animal	3	6,8
3.	Flores	4	9,1	3.	Medicinal	20	45,4
4.	Frutos	6	13,6	4.	Artesanal	2	4,5
5.	Cortezas	5	11,4	5.	Socioreligioso	5	11,3
6.	Raíces	2	4,5	6.	Ornamental	9	20,4
7.	Fibras	4	9,1	7.	Otros usos	6	13,6
8.	Planta en pie (viva)	1	2,2				
9.	Semillas	5	11,4				

Se registran nueve especies con la mayor distribución numérica de PFNM utilizados que se obtienen de una misma especie, destacándose *Simaruba glauca* con cinco productos, y *Mikania micrantha* con tres productos. Con la mayor diversidad de usos se presentan 14 especies, destacándose *Vernonia menthaefolia*, *Corchorus siliquosus* y *Psidium guajava* con tres usos cada una.

Agrupamiento de las categorías de PFNM y de los usos

Los dendrogramas muestran el agrupamiento por similitud de las categorías de PFNM y de los usos, según la naturaleza de los mismos.

En cuanto a las categorías de PFNM, se observa en el Dendograma (Fig. 2) la formación de seis grupos. Los productos fibras, follaje, flores y raíces forman grupos independientes, mientras los frutos, planta en pie y semillas, así como las hojas y cortezas, conforman dos grupos, el primero de tres productos y el segundo de dos.

En cuanto a las categorías de usos, se observa en la Fig. 3 la formación de seis grupos. Los usos artesanal, alimento animal, ornamental, sociorreligioso y otros usos forman cinco grupos independientes con un único uso constituyente, mientras los restantes usos (medicinal y alimento humano) conforman otro grupo.

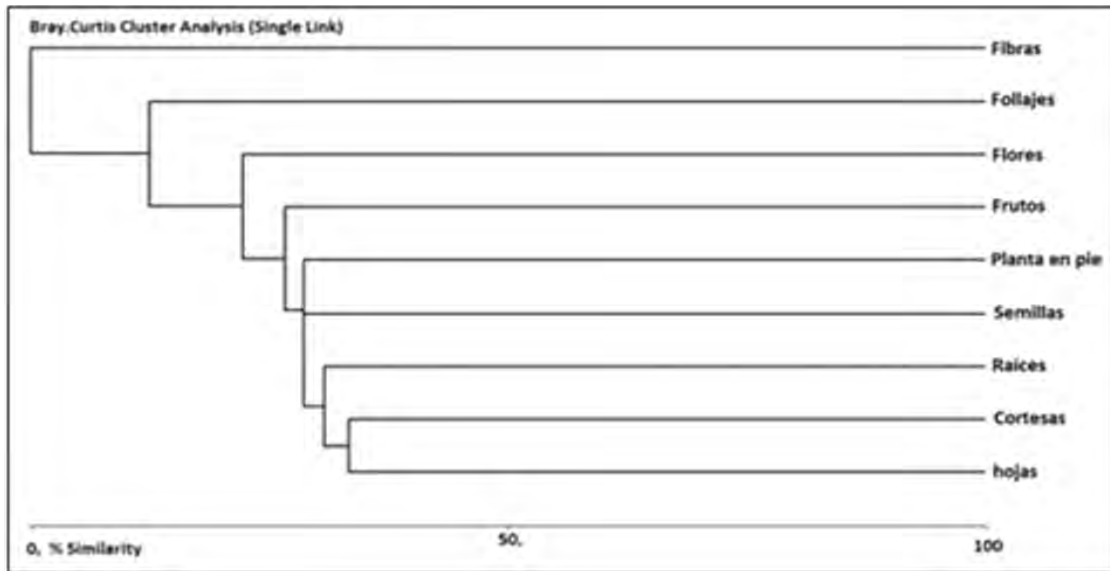


Figura 2. Dendrograma de las categorías de los PFNM utilizados por especie.

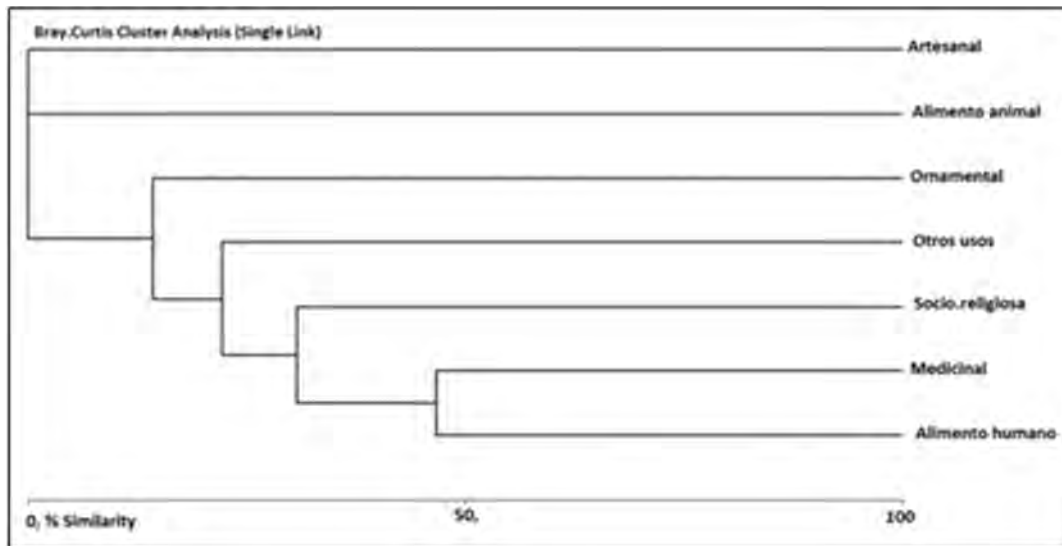


Figura 3. Dendrograma de las categorías de usos de los PFNM utilizados por especie.

El agrupamiento por similitud de las categorías de PFNM y de usos permite en su enfoque práctico determinar las especies incluidas en cada grupo, y diseñar estrategias de manejo diferenciadas según la(s) categoría(s) constitutiva(s) de cada grupo. La conformación de la mayoría de los grupos por un solo PFNM o un solo uso corrobora la variedad de la naturaleza de los PFNM y las múltiples posibilidades de usos.

CONCLUSIONES

- Se listaron en el sotobosque del área de estudio 44 especies, distribuidas en 30 familias botánicas y 41 géneros, los cuales proporcionan nueve categorías de Productos Forestales No Madereros (PFNM) y siete formas de usos, representados por el 75 % de las especies inventariadas.

- Las categorías de follaje y uso medicinal son las de mayor representación con proporciones del 22,7 % y 20,0 %, respectivamente.
- Se registran nueve especies con la mayor distribución numérica de PFNM utilizados que se obtienen de una misma especie, destacándose *Simaruba glauca* con cinco productos, y *Mikania micrantha* con tres. Con la mayor diversidad de usos se presentan 14 especies, destacándose *Vernonia menthaefolia*, *Corchorus siliquosus*, y *Psidium guajava* con tres usos cada una.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rodríguez, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of seed plants of the West Indies. Smithsonian Institution. No. 98. 1192 p.
- Berazaín, R. et al. 2005. Lista Roja de la Flora Vascular Cubana. Jardín Botánico Nacional. Documentos 4. Gijón. 86 p.
- FAO. 1995. Consulta de Expertos sobre Productos Forestales No Madereros para América Latina y El Caribe. Memoria. Serie Forestal No. 1. Oficina Regional. Santiago, Chile, p. 10.
- Freun, E. 1959. Estadística Elemental Moderna. La Habana. Editorial Científico-Técnica, 340 p.
- Renda, A. et al. 1981. Estudio edáfico, fisiográfico y agrosilvicultural de la Sierra Maestra. Municipio Guisa, provincia Granma. MINAG. Centro de Investigación Forestal. 90 p.
- Mesa, M., Álvarez, M., Sánchez, N. 1999. Los productos forestales no madereros en Cuba. FAO: Serie Forestal 13. Santiago de Chile. 69 p.
- Núñez Barrizonte, A., Mesa, M., Betancourt, I. 2004. Los productos forestales no madereros en Cuba. Revista Forestal Baracoa (CU). Número Especial. p: 123-128.
- Núñez Barrizonte, A., Puentes, J. 2008. Etnobotánica sobre el cogollo de la palma real de los bosques cubanos. Revista Forestal Baracoa (CU) 27(1): 21-29, enero-junio.
- MINAG-SEF. 1998. Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. 93 p.
- Lowe, S. et al. 2000. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras. Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Mundial para la Naturaleza. 12 p.
- Kirkconnell, A., Stotz, D., Shopland, J.M. 2005. Rapid Biological Inventories: 07. Cuba: Península de Zapata. Field Museum. 100 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Andrés López Martell

Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencias Agrícolas, Diplomado en Gestión de la Innovación y Gerencia de Proyectos, investigador agregado de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, profesor auxiliar adjunto de la Universidad de Granma, sus labores investigativas están vinculadas a las temáticas de la Silvicultura del Bambú y el Ratán, los Criterios e Indicadores para el manejo forestal sostenible de dichas especies, los Productos Forestales No Madereros y el desarrollo cafetalero. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con buenos resultados, así como en la implementación del proyecto Bambú-Biomasa, financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Es vicepresidente del Consejo Técnico Asesor de la delegación provincial de la Agricultura en Granma y coordinador del programa de desarrollo integral de la montaña del Polo Científico productivo de la provincia.

Anexo 1

Especies identificadas y listadas en el área de estudio

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Forma de vida
1	Bejuco guaco	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Asteraceae	Hierba
2	Romerillo amarillo	<i>Bidens alba</i> L.		Hierba
3	Rompezaragüey	<i>Vernonia menthaefolia</i> (Poepp. ex Speng) Less		Arbusto
4	Lirio	<i>Plumeria tuberculata</i> Lodd.	Apocynaceae	Arbusto
5	Botija	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae	Árbol
6	Cayaya	<i>Tournefortia bicolor</i> Sw.	Boraginaceae	Arbusto (bejuco)
7	Curujey	<i>Tillandsia fasciculata</i> L.	Bromeliaceae	Hierba
8	Cortadera	<i>Scleria eggersiana</i> Boeckeler	Cyperaceae	Hierba
9	Campanilla	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Convolvulaceae	Arbusto (trepador)
10	Campanilla morada	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth		Hierba (bejuco)
11	Júcaro amarillo	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.) Eichl.	Combretaceae	Árbol
12	Helecho arborescente	<i>Cyathea arborea</i> (L.) Sm.	Cyatheaceae	Hierba
13	* Aura; vigueta de aura	* <i>Tapura cubensis</i> (Poepp.) Griseb	Dichapetalaceae	Árbol
14	Falsa panetela	<i>Phyllanthus epiphyllanthus</i> L.	Euphorbiaceae	Hierba
15	Añil cimarrón; azul de hoja	<i>Indigofera suffruticosa</i>	Fabaceae	Arbusto
16	Chicharra	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth		Hierba
17	Crica de negra	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.		Hierba (bejuco)
18	Morivivi; dormidera	<i>Mimosa pudica</i> L.		Hierba (rastrera)
19	Poa; poja	<i>Entada scandens</i> Benth.	Lecythidaceae	Hierba (bejuco)
20	Salvia de castilla	<i>Salvia officinalis</i> L.	Limniaceae	Arbusto
21	Sangre de doncella	<i>Byrsonima lucida</i> (Mill.) Rich	Malpighiaceae	Árbol
22	Malva peluda; malva te	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	Malvaceae	Hierba
23	Malva común	<i>Malva silvestris</i> L.		Hierba
24	Cordobán peludo	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Melastomataceae	Arbusto
25	Cordobán pardo	<i>Conostegia xalapensis</i> D. Don		Arbusto
26	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Arbusto
27	Guizazo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Piperaceae	Hierba
28	Canilla de muerto	<i>Piper aduncum</i> L. var. <i>aduncum</i>		Árbol
29	Caisimón	<i>Piper auritum</i> Kunth		Arbusto
30	Guaniquiqui	<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. Walter	Phytolaccaceae	Arbusto (trepador)
31	Paraná; hierba bruja	<i>Panicum purpuracens</i> Raddi	Poaceae	Hierba
32	Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf.		Hierba
33	Yerba de Guinea	<i>Panicum maximum</i> Jacq.		Hierba
34	Helechos	<i>Helechos</i> sp.	Pteridophytas	Hierba
35	Bejuco indio	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.	Rhamnaceae	Arbusto (trepador)
36	Guasimilla	<i>Prockia crucis</i> L.	Santaleceae	Arbusto
37	Caimitillo	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	Sapotaceae	Árbol
38	Gavilán	<i>Simarouba glauca</i> DC	Simarubaceae	Árbol
39	Bejuco de China; raíz de China; zarzaparrilla	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	Smilacaceae	Hierba (trepadora)
40	Pendejera	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	Arbusto
41	Parra cimarrona; uva cimarrona	<i>Vitis tiliifolia</i> sp	Vitaceae	Arbusto (trepador)
42	Bejuco parra	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl		Hierba (bejuco)
43	Jengibre; gengibre	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	Zingiberaceae	Hierba
44	Mariposa	<i>Hedychium coronarium</i> König		Hierba

ANEXO 2

Categorías de los recursos de PFM y de usos, reportados para las especies registradas en el área de estudio

No.	Especies	Categorías																	
		PFNM											Usos						
		Hojas	Follaje	Flores	Frutos	Semillas	Cortezas	Raíces	Fibras	Planta en pie	Total de PPFNM		Alimento humano	Alimento animal	Medicinal	Artesanal	Sociorreligioso	Ornamental	Otros usos
1	Bejuco guaco	X	--	--	--	X	--	--	--	X	3	--	--	X	--	--	X	--	2
2	Romerillo amarillo	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	1
3	Rompezaragüey	--	--	X	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	X	--	X	3
4	Lirio	--	--	--	--	--	--	--	--	X	1	--	--	X	--	--	X	--	2
5	Botija	--	--	X	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	1
6	Cayaya	X	--	--	--	--	--	X	--	--	2	--	--	X	--	--	--	--	1
7	Curujey	--	--	--	--	--	--	--	--	X	1	--	--	--	--	--	X	--	1
8	Cortadera	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9	Campanilla	--	--	--	--	X	--	--	--	X	2	--	--	--	--	X	X	--	2
10	Campanilla morada	--	--	X		X	--	--	--	--	2	--	--	X	--	--	--	X	2
11	Júcaro amarillo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12	Helecho arborescente; palo camarón	--	--	--	--	--	--	--	--	X	1	--	--	--	--	--	X	--	1
13	Aura; vigueta aura	X	--	--	--	--	X	--	--	--	2	--	--	X	--	--	--	--	1
14	Falsa panetela		X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	--
15	Añil cimarrón; azul de hoja	X	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	X	1
16	Chicharra	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	X	1
17	Crica de negra	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	X	2
18	Morivivi; dormidera	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
19	Poa; poja	--	--	--	--	X	--	--	--	--	1	--	--	--	X	--	--	--	1
20	Salvia de castilla	X	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	1
21	Sangre de doncella	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22	Malva peluda; malva té	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	X	--	X	--	X	--	--	3
23	Malva común	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	1
24	Cordobán peludo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	Cordobán pardo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26	Guayaba	--	X	--	X	--	--	--	--	--	2	X	--	X	--	X	--	--	3
27	Guizazo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28	Canilla de muerto	X	--	--	X	--	--	--	--	--	2	X	--	X	--	--	--	--	2
29	Caisimón	X	--	--	--	--	--	--	--	--	1	X	--	X	--	--	--	--	2
30	Guaniquiqui	--	--	--	--	--	--	--	X		1	--	--	--	X	--	--	--	1
31	Paraná; hierba bruja	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	X	--	--	--	--	--	1
32	Jaragua	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	X	--	--	--	--	--	1
33	Yerba de Guinea	--	X	--	--	--	--	--	--	--	1	--	X	--	--	--	--	--	1
34	Helechos	--	--	--	--	--	--	--	--	X	1	--	--	--	--	--	X	--	1
35	Bejuco indio	--	--	--	--	--	X	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	X	1
36	Guasimilla	--	--	--	--	--	--	--	--	X	1	--	--	--	--	--	X	--	1
37	Caimitillo	--	--	--	X		--	--	--	X	2	X	--	--	--	--	X	--	2
38	Gavilán	X	--	--	X	X	X	X	--	--	5	X	--	X	--	--	--	--	2
39	Bejuco de China, raíz de China	--	--	--	--	--	--	X	--	--	1	X	--	X	--	--	--	--	2
40	Pendejera	X	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	X	--	X	--	--	2
41	Parra cimarrona	--	--	--	X	--	--	--	--	--	1	X	--	--	--	--	--	--	1
42	Bejuco parra	--	--	--	X	--	--	--	--	--	1	X	--	X	--	--	--	--	--
43	Jengibre; gengibre	--	--	--	--	--	--	X	--	--	1	--	--	X	--	--	--	--	--
44	Mariposa	--	--	X	--	--	--	--	--	X	2	--	--	--	--	--	X	--	1
Totales		8	10	4	6	5	2	4	1	9	---	9	3	20	2	5	9	6	---

ESPECIES CON RESTRICCIÓN ECOLÓGICA PROVEEDORAS DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN BOSQUES SEMIDECIDUOS DE LA CIÉNAGA DE ZAPATA

SPECIES WITH ECOLOGICAL RESTRICTION SUPPLYING OF NON-WOOD FOREST PRODUCTS IN SEMIDECIDUOUS FORESTS OF THE CIÉNAGA DE ZAPATA

DR.C. ADOLFO NÚÑEZ-BARRIZONTE¹, DR.C. KATIA MANZANARES-AYALA¹, M.SC. MARÍA T. VERDURA-ALMENDARIZ² Y
M.SC. GIRALDO FAGUNDO-ABREU³

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

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal de Itabo. Calle Esteban Hernández 354, Itabo, Martí, Matanzas, Cuba

³ Empresa Forestal Ciénaga de Zapata. Playa Larga, Matanzas, Cuba

RESUMEN

Del inventario de especies, realizado en áreas de bosques semideciduos sobre suelo calizo y mal drenaje en la Ciénaga de Zapata, se determinan 23 especies forestales con restricción ecológica, que constituyen el 18,8 % del inventario de las especies listadas y se agrupan en 12 familias botánicas y 20 géneros, con 13 son árboles (de ellos, cinco palmeras), los cuales representan la mayoría, siete arbustos y dos herbáceas. Las especies con restricción ecológica conforman un conjunto de especies catalogadas con diferentes denominaciones: especies de especial significación por la Resolución 160 de CITMA, especies raras, especies endémicas, especies amenazadas, especies protegidas por la Ley Forestal y otras especies de interés consideradas por determinados aspectos significativos. El 61 %, aproximadamente, provee variados Productos Forestales No Maderables (PFNM) aprovechados por la población, lo que hace necesario medidas de educación ambiental y acciones de sustentabilidad adecuadas por encontrarse en ecosistemas forestales de especial significación para la diversidad biológica del país y de singular y determinada importancia ecológica y social.

Palabras claves: *especies restringidas; bosques semideciduos; productos forestales no maderables.*

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de la península de Zapata está protegida formalmente en las áreas de conservación, Parque Nacional Ciénaga de Zapata y

ABSTRACT

From the inventory of species, carried out in areas of forests semideciduous on floor calcareous and bad drainage in the Ciénaga de Zapata, 23 forest species are determined with ecological restriction, that constitute 18.8 % of the inventory of the striped species and constitute 12 botanical families and 20 genus, with 13 trees (5 palms), 7 shrubs and 2 herbaceous. The species with ecological restriction conform a group of species classified with different denominations: species of special significance for the Resolution 160 of CITMA; strange species; endemic species; threatened species; species protected by the Forest Law; and other species of interest considered by certain significant aspects. The 61 %, approximately, provides varied Non-Wood Forest Products (NWFP) used for the population, which makes necessary measures of environmental education and sustainability to be in forest ecosystems of special significance for the biological diversity of the country and of singular, ecological and social importance.

Key words: *species with ecological restriction; forests semideciduous; non-wood forest products.*

Sistema Espeleolacustre de Zapata, de importancia nacional, y los Refugios de Vida Silvestre Bermeja y Los Sábalos, de importancia local. La

Ciénaga de Zapata ha sido designada también como Reserva de la Biosfera por la UNESCO y como sitio Ramsar por la Convención Internacional de Humedales, por ser un humedal de importancia internacional. La mayoría del área protegida está dentro de la propia ciénaga.

En la zona de amortiguamiento, especialmente en la parte sur y este de la ciénaga, los bosques de tierra firme, semideciduos en su clasificación, se extienden, según Kirkconnell *et al.* (2005), como remanentes de bosques de selva baja en Cuba, sobre suelo calizo, ácido y mal drenaje, albergando especies singulares, de interés por sus diversos valores que no existen abundantemente en otras partes del humedal. Sin embargo, estos bosques tienen poca protección y están afectados severamente por la sobreexplotación de sus recursos naturales.

Es objetivo del presente trabajo inventariar áreas de bosques semideciduos sobre suelo calizo y mal drenaje en la Ciénaga de Zapata para determinar las especies con restricción ecológica proveedoras de Productos Forestales No Maderables (PFNM), a fin de facilitar acciones de sustentabilidad adecuadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en áreas seleccionadas, según representatividad de la formación boscosa, de la Empresa Forestal Ciénaga de Zapata.

Del bosque semideciduo sobre suelo de mal drenaje se inventariaron rodales de los lotes 63, 65, 66, 77, 78, 79, 80, 181, 184, 185, 198, 199, 200, 201, 202, 203 y 204, con densidades entre 0,4 y 0,9 pertenecientes a la Unidad Silvícola Ciénaga Occidental, así como rodales de los lotes 26, 32, 33, 40, 41, 52, 53, 54, 68 y 74 de la Unidad Silvícola Ciénaga Oriental.

Del bosque semideciduo sobre suelo calizo el inventario se realizó en siete rodales de siete lotes localizados en áreas de las localidades de San Agustín, Cocodrilo, Sabana Grande y Zapata, seleccionados de forma aleatoria por las características de similitud en la heterogeneidad de la composición florística y en la homogeneidad en el número de especies.

Metodología de trabajo

Se realizó un inventario de especies en áreas de bosques semideciduos sobre suelo de mal drenaje y calizo en la Ciénaga de Zapata para determinar, según concepción de Abellán *et al.* (2005), las especies con restricción ecológica presentes en estos ecosistemas forestales. En el bosque sobre suelo de mal drenaje el inventario se realizó según metodología para inventarios biológicos rápidos, de Kirkconnell, Stotz y Shoplund (2005), la cual se aplica siguiendo una trayectoria trazada *a priori* sobre el terreno de acuerdo a las posibilidades de accesibilidad y transitabilidad; y en el bosque sobre suelo calizo se empleó el método de Wong *et al.* (2001) y Orozco y Brumér (2002), levantándose 22 transeptos, promediados en 16 m x 300 m, dimensiones que se corresponden con las reportadas por Malleux (1982) y Garitacelaya *et al.* (2008) a nivel internacional. Los transeptos se distribuyeron en siete rodales de siete lotes (un rodal por cada lote).

Para la revisión y actualización de la taxonomía de las especies identificadas y la corroboración de las endémicas, se consultaron especialistas del Instituto de Ecología y Sistemática y se compararon con las muestras presentes en el herbario del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, precisándose de las especies identificadas la familia botánica, el nombre científico y el nombre común, ordenándose alfabéticamente por familias.

Se realizaron entrevistas abiertas a 31 personas para determinar, de las especies con restricción ecológica, los PFNM que proveen y los usos en los cuales son empleados. La delimitación cualitativa de los entrevistados solo consideró residentes y trabajadores en el área, no discriminándose sexo, raza, edad o nivel educacional. Se consultaron además fuentes bibliográficas y se participó de la observación directa.

Para información complementaria se revisaron fuentes bibliográficas sobre la vegetación de los bosques semideciduos del país, en general, y de la Ciénaga de Zapata, en particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de especies

Se listaron 122 especies forestales, comprendidas en 78 árboles (incluyendo seis palmeras

arbóreas), 22 arbustos y 22 hierbas (*Anexo 1*), distribuidas en 54 familias botánicas y 109 géneros. Los árboles representan la mayor proporción, el 63,9 % del total de las especies registradas.

Por la distribución numérica de especies contentivas, los géneros mejor representados son *Casearia*, *Erythroxylum* y *Cordia*, con tres especies cada uno; y *Calophyllum*, *Bucida*, *Hyeronima*, *Trichilia*, *Citrus*, *Cupania* y *Chrysophyllum* con dos especies cada uno; mientras que las familias botánicas mejor representadas son Papilionaceae, Mimosaceae y Arecaceae, con ocho, seis y cinco especies, así como Anacardiaceae, Boraginaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Flacourciaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, con cuatro especies cada una. El 21 % de los géneros, el 17,3 % de las especies y el 34 % de las familias botánicas registradas, se encuentran entre las especies de plantas vasculares reportadas por Oviedo y Chateloín (2002) en el inventario biológico rápido de la península de Zapata.

Del total de especies listadas, 103 (82,2 %) se registran con aprovechamiento y uso de recursos de varias categorías de PFM. Se destacan 15 con tres categorías de PFM aprovechados, ocho con cuatro y cinco con cinco. En cuanto a los usos, 22 especies con tres categorías de uso; dos con cuatro y dos con cinco.

En el área inventariada se cuantificaron 16 especies endémicas que comprenden 12 árboles (con tres palmeras incluidas) y cuatro arbustos, que representan el 13,1 % de las especies registradas. Dada su distribución restringida o puntual, estas especies son más vulnerables al impacto antrópico, manifestado sobre todo en la disminución de sus poblaciones o la desaparición de individuos aislados.

Especies con restricción ecológica, proveedoras de PFM en las áreas de estudio

De las especies inventariadas se registran 23 con restricción ecológica, definidas por Abellán *et al.* (2005) como especies con distribución geográfica limitada, asociadas a un estrecho ámbito de hábitats, en este caso dentro y fuera de la ciénaga. Estas especies, que constituyen el 18,8 % del inventario de las especies listadas, se agrupan en 12 familias botánicas y 20 géneros, con 13 árboles (de ellos, cinco palmeras), los cuales representan la mayoría siete arbustos y dos herbáceas. De acuerdo a la distribución numérica de especies contentivas, las familias mejor representadas son Arecaceae y Papilionaceae, con cinco cada una, y dos los géneros, *Coccothrinax* y *Hyeronima*, con dos cada uno.

El 61 %, aproximadamente, de las especies con restricción ecológica provee variados PFM aprovechados por la población (*Anexo 2*), lo que hace necesario medidas de educación ambiental y acciones de sustentabilidad adecuadas por ser los ecosistemas forestales donde se encuentran, de especial significación para la diversidad biológica del país y de singular y determinada importancia ecológica y social.

Las especies con restricción ecológica conforman un conjunto de especies catalogadas con diferentes denominaciones: (1) Especies de especial significación por la Resolución 160 de CITMA (2011); (2) Especies raras, según esquema básico de Rabinowitz (1981); (3) Especies endémicas; (4) Especies amenazadas, de acuerdo al Libro Rojo de la flora vascular cubana (Berazain *et al.*, 2005); (5) Especies protegidas por la Ley Forestal (MINAG-SEF, 1998); (6) Otras especies de interés consideradas por determinados aspectos significativos (*Tabla 1*).

Tabla 1. Distribución numérica por denominación de las especies con restricción ecológica encontradas en el área de estudio

Especies con restricción ecológica	Distribución numérica por denominación de las especies con restricción ecológica					
	Especies de especial significación	Especies raras	Especies endémicas	Especies amenazadas	Especies protegidas por la Ley Forestal	Otras especies de interés
23	6	3	16	7	8	6

Entrevistas realizadas

De las personas entrevistadas, el 85 % consideró que la mayoría de las especies de la ciénaga se aprovechan de determinadas partes vegetales para diversos usos, tanto por los propios pobladores como por personas furtivas, ocasionales o temporales, culpando a estas últimas de la extracción de plantas ornamentales como palmas y orquídeas.

El 53 % señaló que utiliza partes vegetales, fundamentalmente las hojas y el follaje, en preparados para la curación de diversas dolencias,

y algunas fibras y semillas para la elaboración de artículos artesanales.

El 68 % señaló que para carbón prefieren especies de madera más dura, pero como leña para combustible cualquier leñosa, sin consideración de la especie. El 100 % confirmó el uso de las pencas de palma para el techado de los ranchos.

Categorías de PFNM y de usos reportados para las especies de restricción ecológica

Se definieron 11 categorías antropocéntricas para los PFNM y cinco para los usos en los cuales son empleados (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución numérica de las categorías de PFNM y de usos de acuerdo al número de especies de las cuales se obtienen

Categorías antropocéntricas de PFNM	Distribución numérica	Categorías de usos	Distribución numérica
Hojas	7	Alimento animal	2
Follaje	2	Medicinal	8
Flores	1	Artesanal	6
Frutos	3	Sociorreligioso	9
Semillas	3	Ornamental	6
Cortezas	1		
Raíces	2		
Fibras	3		
Exudados/Extractivos	2		
Planta en pie	3		
Otras partes	4		

Las categorías de hojas, con siete especies implicadas, y los usos sociorreligioso y medicinal, con nueve y ocho, respectivamente, se registran como las de mayor distribución numérica. Las dos categorías de uso expresan su nivel de significación cultural y la necesidad de evaluación y validación científica de las propiedades de los PFNM utilizados.

Se registraron cuatro especies con la mayor distribución numérica de PFNM obtenidos de la misma especie, destacándose *Roystonea regia*, con cinco productos, y *Dalbergia brownie*, *Coccothrinax cupularis* y *Coccothrinax miraguama* con tres. En cuanto a los usos, se registran cinco especies con más de dos categorías, *Roystonea regia*, *Coccothrinax cupularis* y *Coccothrinax miraguama*, con cinco usos reportados, y *Sabal parviflora* y *Erythrina berteriana* con tres.

CONCLUSIONES

- Se listaron en el área de estudio 122 especies forestales, agrupadas en 54 familias botánicas y 109 géneros, distribuidas en 78 árboles, 22 arbustos y 22 hierbas.
- Se registran 23 especies con restricción ecológica, que constituyen el 18,8 % del inventario de las especies listadas.
- Las hojas y los usos sociorreligioso y medicinal se registran como las categorías de mayor distribución numérica de acuerdo a las especies de las cuales se obtienen.

BIBLIOGRAFÍA

Abellán, P. et al. 2005. Propuesta de una metodología para evaluar la vulnerabilidad de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa (ES) 1(36): 4-8.

Berazaín, R., et al. 2005. Lista Roja de la flora vascular cubana. Documento 4. Gijón. Ediciones Trea. 86 p.

- CITMA. 2011. Resolución No. 160. Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. 83 p.
- Garitacelaya Saldise, J., Natividad Gómez, C., Martín López, F., Avilés Rodríguez, C. 2008. Teoría y práctica del transecto como método de inventario para el sabinar (*Juniperus thurifera*). 7 páginas. [On line]. Disponible en: http://nemoris.net/uploads/Transectos_sabinares.pdf [Consulta 13 de septiembre de 2009].
- Kirkconnell Pérez, A., Stotz, D., Shopland, J.M. (ed.) 2005. Rapid Biological Inventories: 07. Cuba: Península de Zapata. Field Museum. 100 p.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en Bosques Tropicales. 414 p.
- MINAG-SEF. 1999. Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. 93 p.
- Orozco, L., Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico # 50, Costa Rica, p: 190- 201.
- Oviedo, R., Chateloín, T. 2002. Apéndice 1- Plantas vasculares. En: Rapid Biological Inventories: 07. Cuba: Península de Zapata. Field Museum. 100 p.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. En: Synge H. Ed. Biological Aspects of Rare Plant Conservation. Nueva York. John Wiley y Sons. p. 205-217.
- Wong, J.L.G., Thornber, K.I., Baker, N. 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencia y principios biométricos. Roma. FAO. 124 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Adolfo Núñez Barrizonte

Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Forestales, atiende la temática de los Productos Forestales No Maderables, área en la cual dirige actualmente un proyecto sobre potencialidades en el ecosistema de pinares y de los bosques semidecíduos sobre suelo calizo y mal drenaje. Se desempeña como Investigador-Jefe del Grupo de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.

Inventario de especies en áreas de bosques semidecíduos sobre suelo de mal drenaje y calizo en la Ciénaga de Zapata

Especies		Forma de vida	Categoría	PFNM que provee	Usos	Familia botánica
No.	Nombre común					
1	Guao; guao prieto	<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Árbol			Anacardiaceae
2	Guao de costa	<i>Metopium toxiferum</i> (L.) Krug.	Árbol			
3	Falso copal	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Árbol			
4	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	Árbol			
5	Yaya	<i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill.	Árbol			Anonaceae
6	Bagá	<i>Annona glabra</i> L.	Árbol			
7	* Huevo de gallo	<i>Tabernaemontana citrifolia</i> L.	Arbusto	4-10	2-4	Apocynaceae
8	Macusey	<i>Philodendron lacerum</i> (Jacq.) Schott.	Hierba			Araceae
9	* Palma real	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	Palma arbórea	1-4-7-8-10	1-2-3-4	Arecaceae
10	* Yuraguano (miraguano; falsa palma jata)	<i>Coccothrinax miraguana</i> (Kunth) Becc.	Palma arbórea	1-5-11	2-3-4-5	
11	* Yuraguano	<i>Coccothrinax cupularis</i> (León) Borhidi & O. Muñiz	Palma arbórea	1-5-11	2-3-4-5	
12	Guano prieto	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> Griseb & Wendl.	Palma arbórea			
13	* Yarey de costa	<i>Copernicia brittonorum</i> León	Palma arbórea	1-5-11	3-5	
14	* Palma cana	<i>Sabal parviflora</i> Becc.	Palma arbórea	1-8	2-3-5	
15	* Espárrago	<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	Hierba	1-10	3-5	
16	Rompezaragüey	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robins.	Arbusto			Asteraceae
17	Albahaquilla	<i>Koanophyllon villosum</i> (Sw.) R. King & Robins.	Arbusto			
18	Salvia	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don	Arbusto			Bignoniaceae
19	Güira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Árbol			
20	Roble blanco	<i>Tabebuia angustata</i> Britt	Árbol			Bombacaceae
21	Saúco amarillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) A. Juss. ex Kunth	Arbusto			
22	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Árbol			Boraginaceae
23	Ateje colorado	<i>Cordia collococca</i> L.	Árbol			
24	Baria	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Árbol			
25	Yerba de la sangre	<i>Cordia globosa</i> Kunth	Hierba			
26	Rabo de alacrán	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Hierba			Bromeliaceae
27	Piña de ratón	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Hierba			
28	Guajaca (almohadilla de caballo)	<i>Dendropogon usneoides</i> (L.) Raf.	Hierba (epífita)			Bursaceae
29	Curujey	<i>Tillandsia fasciculata</i> L.	Hierba			
30	Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> L.	Árbol			Cactaceae
31	Pitahaya; pitaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britt. & Rose	Arbusto cactáceo			

32	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Árbol				Caesalpiniaceae
33	Moruro abey	<i>Peltophorum adnatum</i> Gris.	Árbol				
34	Casuarina	<i>Casuarina</i> sp.	Árbol				Casuarinaceae
35	Palo María	<i>Calophyllum calaba</i> L.	Árbol				
36	Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> L.	Árbol				Clusiaceae
37	Manajú	<i>Rheedia aristata</i> Griseb	Árbol				
38	Copey	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Árbol				
39	Almendo de la India	<i>Terminalia catappa</i> L.	Árbol				
40	Júcaro espinoso	<i>Bucida angustifolia</i> (Northr.) Jennings	Árbol				Combretaceae
41	Júcaro negro	<i>Bucida buceras</i> L.	Árbol				
42	Yana	<i>Conocarpus erecta</i> L.	Árbol				
43	Canutillo	<i>Commelina erecta</i> L.	Hierba				Commelinaceae
44	Aguinaldo blanco;	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Hierba				Convolvulaceae
45	Pepino cimarrón	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb.	Hierba				Cucurbitaceae
46	Cebolleta	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Hierba				
47	Cortadera	<i>Mariscus jamaicensis</i> (Crantz.) Britton	Hierba				Cyperaceae
48	Junco	<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) R. & S.	Hierba				
49	Hicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Arbusto				Chrysobalanaceae
50	Alambrillo	<i>Rajania</i> spp.	Hierba				Dioscoreaceae
51	* Arabo prieto	<i>Erythroxylum alaternifolium</i> A. Rich.	Árbol	E, EPLF	---	---	Erythroxylaceae
52	Arabillo	<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Árbol				
53	Jibá	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Árbol				
54	Manzanillo	<i>Hippomane mancinella</i> L.	Árbol				
55	* Sangre de doncella	<i>Hyeronima crassistipula</i> Urb.	Árbol	E, ERa, EPLF, EES	---	---	Euphorbiaceae
56	* Carne de doncella; cajuela	<i>Hyeronima cubana</i> Muell. Arg.	Árbol	E, ERa	9-11	4	
57	Palo rompehuesos	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Arbusto				
58	Jía brava; jía blanca	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Árbol				Flacourtiaceae
59	Jía amarilla; raspalenguas	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	Árbol				
60	Guaguasi	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp	Árbol				
61	Avispillo; laurel avispillo	<i>Cinnamomum elongatum</i> (Nees) Kosterm.	Árbol				
62	Signa	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw) Griseb.	Árbol				Lauraceae
63	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Árbol				
64	Majagua	<i>Hibiscus elatus</i>	Árbol				Malvaceae

65	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Árbol						Meliaceae
66	Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Árbol						
67	Siguaraya	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Árbol						
68	Yamao; yamagua	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Árbol						
69	Cabo de hacha	<i>Trichilia hirta</i> L.	Árbol						
70	Guayabillo; humo; cenizo	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britt. & Rose var. <i>lenticifolium</i> (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes	Árbol						
71	Soplillo	<i>Lysiloma bahamensis</i> (L.) Benth	Árbol						Mimosaceae
72	Moruro rojo	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britt. & Rose	Árbol						
73	* Abey blanco; moruro blanco	<i>Albizzia berteriana</i> (Balbis) Maza	Árbol	E, Era, EPLf	---	---			
74	Algarrobo del país	<i>Samanea saman</i> Merr.	Árbol						
75	Guairaje	<i>Eugenia</i> sp.	Árbol						
75	* Mije	<i>Calypttranthes peninsularis</i> Bisse	Árbol	EZ	11	4			Myrtaceae
77	Cayeput	<i>Melaleuca leucadendron</i> L.	Árbol						
78	Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Árbol						
79	Yagruma	<i>Cecropia peltata</i> L.	Árbol						Moraceae
80	Ramón de caballo	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Árbol						
81	Jagüey	<i>Ficus trigonata</i> L.	Árbol						
82	Zarza	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Arbusto						Nyctaginaceae
83	* Buñano	<i>Fraxinus cubensis</i> Griseb.	Árbol	E, CaCR	---	----			Oleaceae
84	Clavellina	<i>Jussiaea peruviana</i> L. var. <i>peruviana</i>	Hierba						Onagraceae
85	* Vainilla	<i>Vanilla inodora</i> Schiede	Hierba	OEl, EES	10	5			Orchidaceae
86	* Abey; abey blanco	<i>Abarema obovalis</i> (A. Rich.) Barneby & J. W. Grimes	Árbol	E					
87	Guamá	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Pers.) DC.	Árbol						
88	* Pëndola	<i>Dalbergia brounei</i> (Jacq.) Urb.	Arbusto	OEl	1-3-5	1			
89	* Acacia	<i>Acacia zapatensis</i> Urb. & Ekman	Árbol	EZ, EES	---	----			Papilionaceae (Fabaceae)
90	Yaba	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Árbol						
91	Ojo de buey	<i>Mucuna urens</i> (L.) DC.	Hierba (bejuco)						
92	* Guayacancillo de costa	<i>Behaimia roigii</i> Borhidi	Arbusto	EZ, EES	---	----			
93	* Piñón de pito	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Árbol	E	---	----			
94	Piñon florido	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Árbol						
95	Hicaquillo	<i>Cocoloba retusa</i> Gris.	Arbusto						Polygonaceae
96	Bijaguara; bijagua	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Árbol						Rhamnaceae

97	Café cimarrón	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich	Arbusto					
98	* Guayabillo	<i>Guettarda calyptrata</i> A. Rich	Arbusto	E	---	----		Rubiaceae
99	Ponasi; palo coral	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Arbusto					
100	* Garañón; bejuco garañón	<i>Morinda royoc</i> L.	Arbusto	OEI	4-7	2-4		
101	Naranja agria	<i>Citrus x aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Arbusto					Rutaceae
102	Naranja dulce	<i>Citrus x aurantium</i> L.	Arbusto					
103	Guara hembra	<i>Cupania americana</i> L.	Árbol					Sapindaceae
104	Guara macho	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Árbol					
105	Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Árbol					
106	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Árbol					
107	Caimitillo	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	Árbol					Sapotaceae
108	Mamey colorado	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. E. Moore & Stearn	Árbol					
109	Palo blanco	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Árbol					Simaroubaceae
110	Zarzaparrilla	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Arbusto trepador					Smilacaceae
111	Pendejera	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Arbusto					Solanaceae
112	Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Árbol					
113	Malva	<i>Melochia pyramidata</i> L.	Hierba					Sterculiaceae
114	Anacahüita	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	Árbol					
115	* Espuela de caballero	<i>Jacquinia aculeata</i> (L.) Mez.	Arbusto	E, OEI, CaNT	2	3-5		Theophrastaceae
116	Macío	<i>Typha angustifolia</i> L.	Hierba					Typhaceae
117	Marilope	<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Hierba					Turneraceae
118	* Jatía blanca	<i>Ampelocera cubensis</i> Griseb.	Árbol	E, CaNT	---	----		Ulmaceae
119	Ortigailla	<i>Laportea cuneata</i> (A. Rich.) Chew.	Hierba					Urticaceae
120	Chichicate	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaud.	Arbusto					
121	Guayo prieto	<i>Petitita domingensis</i> Jacq.	Árbol					Verbenaceae
122	Bejuco ubi	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Hierba					Vitaceae

* Especies con restricción ecológica.

• Categorías de las especies.

E: Endémica.

EZ: Endémica de Zapata.

EALF: Especial atención por Ley Forestal.

EPLF: Especie Protegida por Ley Forestal.

CaDD: Categoría de amenaza: Datos insuficientes.

CaLC: Categoría de amenaza: Preocupación menor.

CaVU: Categoría de amenaza: Vulnerable.

CaNT: Categoría de amenaza: Casi Amenazada.

CaCR: Categoría de amenaza: En peligro crítico.

EES: Especie de Especial Significación (Resolución 160 del CITMA).

ERa: Especie rara.

OEI: Otras especies de interés.

• PFNM

Hojas

Follaje

Flores

* Especies con restricción ecológica.

• Categorías de las especies.

E: Endémica.

EZ: Endémica de Zapata.

EALF: Especial atención por Ley Forestal.

EPLF: Especie Protegida por Ley Forestal.

CaDD: Categoría de amenaza: Datos insuficientes.

CaLC: Categoría de amenaza: Preocupación menor.

CaVU: Categoría de amenaza: Vulnerable.

CaNT: Categoría de amenaza: Casi Amenazada.

CaCR: Categoría de amenaza: En peligro crítico.

EES: Especie de Especial Significación (Resolución 160 del CITMA).

ERa: Especie rara.

OEI: Otras especies de interés.

• PFNM

Hojas

Follaje

Flores

Anexo 2
Categorías de PPNM y de usos, reportadas para las especies con restricción ecológica en las áreas de estudio

No.	Especies	Categorías de PPNM											Categorías de usos						
		Hojas	Follaje	Flores	Frutos	Semillas	Cortezas	Raíces	Fibras	Exudados/ Extr.	Planta en pie	Otras partes	Total de PPNM/sp.	Alimento animal	Medicinal	Artesanal	Socioreligioso	Ornamental	Total de usos/sp.
1	Abey; abey blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Abey blanco; moruro blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Acacia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Arabo prieto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Búfano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Carne de doncella; cajuela	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	2	-	-	-	X	-	1
7	Espárrago	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	2	-	-	X	-	X	2
8	Espuela de caballero	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	X	-	1
9	Garañón; bejuco garañón	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	2	-	X	-	X	-	2
10	Guayabillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Guayacancillo de costa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Huevo de gallo	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	2	-	X	-	X	-	2
13	Jatía blanca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Mije	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	1	-	-	-	X	-	1
15	Palma cana	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	2	-	X	X	-	X	3
16	Palma real	X	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	5	X	X	X	X	-	4
17	Péndola	X	---	X	---	X	---	---	---	---	---	---	3	---	x	---	---	---	1
18	Piñón de pito	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	2	X	X	-	X	-	3
19	Sangre de doncella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Vainilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	1	-	-	-	-	X	1
21	Yarey de costa	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	2	-	-	X	-	X	2
22	Yuraguano (miraguano; falsa palma jata)	X	---	---	---	X	---	---	---	---	---	X	3	---	X	X	X	X	4
23	Yuraguano	X	---	---	---	X	---	---	---	---	---	X	3	---	X	X	X	X	4
Totales		7	2	1	3	3	1	2	3	2	3	4		2	8	6	9	6	

ÁRBOLES FRUTALES DE LA COLECCIÓN DE MADERAS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRO-FORESTALES (INAF)

HOIST FRUIT-BEARING OF THE COLLECTION OF WOOD OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE (INAF)

DRA. KATIA MANZANARES-AYALA¹, ING. ALBERTO IBÁÑEZ-DRAKE¹, ING. DIGNA VELÁZQUEZ-VIERA¹, M.Sc. GARDENIS MERLÁN-MESA² Y TÉCNICA FISMA GELABERT-AYÓN¹

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

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Placetas. Finca Victoria, Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba

RESUMEN

La colección de frutales caribeños forma parte de la colección de maderas Julián Acuña Galé, y se caracteriza por presentar elementos introducidos y endémicos de alto valor económico y nutricional para la seguridad alimentaria de la población y la agricultura familiar. El objetivo del trabajo es describir el estado de conservación de los grupos taxonómicos de las especies que categorizan como frutales. Se encontró una alta diversidad de especies de frutales representados en las familias Anacardiaceae, Mirtaceae, Juglandaceae y Sapotaceae con mayor cantidad de individuos. Se observó que los ejemplares en su mayoría mantienen un buen estado de conservación a pesar de haber sufrido situaciones críticas de infraestructura. Los géneros con menor presencia son Persea, Terminalia y Melicoccus. Se determinó que las afectaciones de mayor riesgo son las manchas, las rajaduras en el corte tangencial alto y el desprendimiento de corteza en algunas zonas de la periferia de la muestra.

Palabras claves: árboles frutales, recolección de madera, educación ambiental.

ABSTRACT

The collection of fruit-bearing caribbean "Julian Acuña Galé" is part of the sample of wood and it is characterized to present introduced elements and endemic of economic and nutritional high value for the population's alimentary security and the family agriculture. The objective of the work is to describe the state of conservation of the Taxonomic groups expressed in the species that categorize as fruit-bearing. It was found high species diversity belongs to the families Anacardiaceae, Mirtaceae, Juglandaceae and Sapotaceae. It was observed that the samples in their majority maintain a good conservation state in spite of having suffered critical situations of infrastructure. The woods with smaller abundance are Persea, Terminalia and Melicoccus. It was determined that the affectations of more risk are the stains and the cracks in the tangential high cut, as well as bark detachment in some areas of the periphery of the sample.

Key words: fruit-bearing trees, wood collection, environmental education.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones biológicas han sido declaradas por la UNESCO patrimonio cultural universal, y en consecuencia su adquisición, tenencia, custodia y uso implican una gran responsabilidad por parte de las instituciones que la poseen (Oviedo, 2015). En el caso particular

de los grupos taxonómicos correspondientes a los frutales, el curador fundador, Ing. Alberto Ibáñez Drake, tuvo la visión de ingresar en la colección especies maderables con formas biológicas comestibles, teniendo en cuenta la existencia de centenares de frutas silvestres

que son consumidas en todo el mundo y son especialmente excelente fuente de minerales y vitaminas. La idea fundamental en los inicios consistió en apoyar los estudios de dendrología en el aprendizaje de las ciencias de la madera y la divulgación del conocimiento de una categoría de uso de alto interés para la alimentación humana. Por otra parte, el Ministerio de la Agricultura ha orientado la plantación de fincas de frutales para promover la seguridad alimentaria y nutricional de la población cubana. En la actualidad se advierte la falta de reconocimiento del papel de la Xiloteca para respaldar las acciones de la cultura alimentaria saludable a los grupos vulnerables de la población como los niños y los adultos, así como su impacto en la agricultura familiar. En este contexto, la sede del INAF Forestales dispone de una interesante colección de árboles frutales que presenta valioso interés por tratarse de un patrimonio de la diversidad biológica forestal para la gestión del conocimiento en el tema. El objetivo del trabajo es describir el estado de conservación de los grupos taxonómicos expresados en las especies que categorizan como frutales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron en cuenta los criterios de algunos autores para determinar los árboles maderables destinados a frutales y se identificaron dentro de la colección utilizando el Manual de la Xiloteca de maderas cubanas, de Velázquez *et al.* (2009). Seguidamente se procedió a ejecutar las actividades siguientes:

Inventario: Se realizó un inventario de la colección de frutales, con el contero de todos los ejemplares comprendidos en esta categoría de usos.

Inspección de muestras: Se aplicó la metodología de reconocimiento de las muestras de la colección que sigue tres indicadores: color, efectos mecánicos y deterioro (Manzanares *et al.*, 2008).

Evaluación: Se somete cada muestra a un examen integral mediante un puntaje de tres categorías: B, R, M.

Registro: Se anotaron los datos en un modelo según las secciones de la pieza de madera: transversal alto, medio y bajo (TrA, TrM, Tra B), y corte longitudinal radial (Lr). La información se depositó en registro Excel.

Diversidad: Se empleó el indicador de Riqueza (S) que representa la cantidad de individuos sin otra consideración, y Presencia proporcional (P), definida como la cantidad de individuos de una especie con respecto al total de la muestra. Se determinó el índice de Shannon y de Simpson para evaluar la diversidad de la población de frutales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de los árboles frutales y sus variables taxonómicas

Los frutales constituyen una de las fuentes más importantes de vitaminas y minerales de la alimentación cubana después de las hortalizas, según el criterio de Fundora (2007). Los árboles forestales que más contribuyen a la dieta de los cubanos son *Pouteria mammosa* (mamey colorado), *Cocus nucifera* (coco), *Mangifera indica* (mango), *Psidium guajava* (guayaba) y *Persea americana* (aguacate), y se advierte que estos tres últimos taxones están contemplados en la colección de maderas. También como fuente de jugos naturales ricos en vitamina C figuran *Citrus ariantium* (naranja agria), *Citrus ponuasi* (toronja) y *Citrus limon* (limón), cítricos representados en la colección con excepción de la toronja (Tabla 1). Se observa que el origen geográfico de Itabo presenta la mayor presencia proporcional de ejemplares evaluados con un total de 13 individuos (25,5 %), distribuidos en ocho géneros: *Mangifera*, *Anacardium*, *Annona*, *Zygyium*, *Citrus*, *Pauteria*, *Chrysophyllum* y *Meliloccus* representados en siete familias botánicas.

Tabla 1. Diversidad de especies y origen de distintas localidades

Nombre científico	La Habana	Vinales	Itabo	Camaguey	Topes de Collantes	Baracoa	Guisa	Mayarí	Desc.	Total
3 <i>Spondias mombin</i> L. (jobo) (E)	2									2
4 <i>Mangifera indica</i> L. (mango) E			1	1						2
5 <i>Anacardium occidentale</i> L. (marañón) E			1							1
11 <i>Annona glabra</i> L. (bagá) N			2							2
94 <i>Terminalia catapa</i> L. (almendro) E		1								1
159 <i>Juglans jamaicensis</i> var. <i>insularis</i> Griseb (nogal) N							4	1		5
168 <i>Persea americana</i> Mill. (aguacate) E					1					1
243 <i>Artocarpus communis</i> J.R et G. Forster (árbol del pan) E						2				2
256 <i>Byrsonima crasifolia</i> (L.) H.B.K. (peralejo) N		1								1
273 <i>Psidium guajava</i> L. (guayaba) E							1		1	2
275 <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston (pomarroso) E			2	1	1					4
348 <i>Coccoloba uvifera</i> L. (uva caleta) N				1				2		3
362 <i>Citrus arietinum</i> L. (naranja agria) E			1							1
363 <i>Citrus limon</i> E (L.) Bursm f.			1							1
367 <i>Genipa americana</i> L. (jagua) N				1			3			4
382 <i>Chrysobalanus icaco</i> L. N				1						1
401 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (guásima) N	1	1			1				1	4
443 <i>Pouteria campechiana</i> (HBK) Baehni (cainistel) E			2							2
446 <i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. (cainito) N			2						1	3
451 <i>Chrysophyllum cainito</i> L. (cainito blanco) E		1								1
452 <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen (zapotilla, nispero)		1								1
455 <i>Pouteria domingensis</i> (Gaertn F.) Baehni (zapote de monte) N		1								1
464 <i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq. (Mamoncillo) E			1							1
657 <i>Tamarindus indica</i> L. (tamarindo) E	1			1					3	5
Cantidad de individuos (N)	4	6	13	6	3	2	8	3	6	51
Presencia proporcional (%)	7,84	11,8	25,5	11,8	5,9	3,9	15,7	5,9	11,8	100

LH: La Habana, Viñ: Vinales, Itab: Itabo, Cam: Camaguey, TC: Topes de Collantes, Bar: Baracoa, Gui: Guisa, May: Mayarí, Desc: Desconocida.

E: Exótica, N: Nativa

Las localidades de Camagüey y Guisa registran un 12-16 % de presencia proporcional, que se consideran sitios de mediano perfil de frutales. Los territorios de Topes de Collantes, Baracoa y Mayarí manifiestan una presencia proporcional más baja a razón de dos y tres individuos por sitio respectivamente (3,9-5,9 %) debido a la desactivación de dos unidades. La estación de Placetas no reporta contribución por tratarse de una colección de nueva promoción de acuerdo al juicio de Merlán *et al.* (2013). Las regiones La Habana, Viñales y Topes de Collantes son las zonas que entregan árboles frutales a la colección de forma más discreta. Según Fundora (2007), en el reporte del Segundo Informe de país de Recursos Fitogénicos para la agricultura y la alimentación, aumentar la diversidad genética de las colecciones especialmente con materiales de otras localidades es una actividad de máxima prioridad, y se observa que se ha logrado en este grupo, ya que realizan entregas procedentes de ocho escenarios. El conteo censal de las muestras registra un universo de 51 individuos, que figura entre los conjuntos más numerosos, en comparación a la evaluación realizada al género *Eucalyptus*, *Myrtacea* (Colectivo de Autores, 2014), que dispone de 22 ejemplares, así como las especies de manglares con 16.

Aplicación del examen de inspección de muestras

Las afectaciones más comunes encontradas en la inspección son las manchas y las rajaduras en el corte tangencial alto, así como desprendimiento de corteza en algunas zonas de la periferia de la muestra, pero de forma general la colección de frutales se mantiene en un estado de conservación favorable para realizar sus funciones (Tabla 2). Las familias botánicas con mayor cantidad de individuos están representadas en los grupos taxonómicos que corresponden a Sapotaceae con ocho ejemplares; Myrtaceae con seis; Anacardiaceae, Cesalpiniaceae y Juglandaceae con cinco y Rubiaceae y Sterculiaceae con cuatro (Tabla 2) (Fig. 1). El estado de conservación se mantiene bastante adecuado, ya que un 90,19 % equivalente a 46 unidades presentan evaluación entre Bueno a Regular, lo que constituye la inmensa mayoría de las muestras. Los elementos con categoría de M registran un porcentaje bajo correspondientes a jobo, marañón, árbol del pan, caimi-

tillo y mamoncillo, respectivamente (Fig. 2). La línea de prospección señala que el mayor porcentaje de muestras manifiesta una tendencia hacia el aumento de las categorías entre bien y regular, mientras se minimiza en el sentido de la disminución del riesgo por deterioro, por lo que se puede considerar la colección como competente para la exhibición. En general, se observa una numerosa población de especies en la categoría de frutales, que registra una cantidad de 51 individuos, identificados en 24 tipos diferentes que aparecen en la colección de la sede central, repartidos en 16 familias botánicas y 21 géneros. El Índice de Shannon aplicado a las especies clasifica como un sistema medianamente diverso en cuanto a la riqueza de especies, y Simpson determina que es poco dominante, lo que sugiere un manejo de la colección orientado hacia el reforzamiento de los individuos de frutales para ganar en diversidad de géneros y familia botánicas (Tabla 2). Esta situación pudiera restituirse con la incorporación de algunos taxones ausentes y muy significativos como *Mammea americana* (mamey de Santo Domingo), *Annopna squamosa* (anón), *Annoma muricata* L. (guanábana) y otras especies infrautilizadas, que se pueden cultivar en los patios para la agricultura familiar (Calzadilla *et al.*, 2013) y que pudieran ser ingresados para mejorar la diversidad de la colección en cuanto a especies y familias. La Fig. 3 ilustra las transformaciones del color de las principales familias botánicas, y se muestra que no han sufrido una seria degradación cromática, especialmente en las maderas de color castaño como la almendra, canistel, zapote de monte y peralejo, que son especies de buenas propiedades para ebanistería y carpintería. Se observa en las muestras de material botánico que la mayoría de las especies de frutales son introducidas y muy pocas son nativas tales como caimito, guásima, jagua, uva caleta y nogal. Esta última especie, *Juglans insularis* C. DC. variedad *insularis*, está considerada en peligro crítico según Berazaín (2005), la cual produce nueces comestibles y una madera muy atractiva, pero su popularidad se ha visto limitada por su rareza en los bosques húmedos de montaña de Cuba (Rodríguez, 2015), aunque en la colección cuenta con cinco ejemplares. También, se encuentra la especie *Pouteria dominguensis* (Gaertn. F.) Baehni (zapote de monte), que se

trata de una madera dura y pesada recomendada para construcciones, con un ejemplar único en la colección y está declarada como de preocupación menor (LC), lo que sugiere que se debe tener especial cuidado con esos prototipos para conseguir mantenerlos porque

constituyen joyas de la flora cubana que no se pueden remplazar por prohibición de su tala. Todas estas acciones son importantes para disponer de información complementaria para manejar las especies amenazadas (Álvarez *et al.*, 2006).

Tabla 2. Evaluación de la diversidad y conservación de muestras

<i>Familia botánica</i>	<i>Cantidad de individuos</i>	<i>N. vulgar/código Especies</i>	<i>Géneros</i>	<i>Estado</i>
1. Anonaceae	2	Bagá (11)	<i>Annona</i>	R+; R
2. Anacardiaceae	5	Jobo (3)	<i>Spondias</i>	R, M
		Marañón (5)	<i>Anacardium</i>	M
		Mango (4)	<i>Mangifera</i>	B, B
3. Caesalpinaceae	5	Tamarindo (657)	<i>Tamarindus</i>	B, B-, R +, B-, B
4. Crysobalaneacea	1	Hicaco (382)	<i>Chrisobalanus</i>	R-
5. Combretaceae	1	Almendra (94)	<i>Terminalia</i>	B
6. Juglandaceae	5	Nogal (159)	<i>Juglans</i>	B-, B, R+ R-, R+
7. Lauraceae	1	Aguacate (168)	<i>Persea</i>	R
8. Malpigiaceae	1	Peralejo (256)	<i>Byrsonima</i>	B
9. Moraceae	2	Árbol del pan (243)	<i>Artocarpus</i>	R-, M
10. Myrtaceae	6	Guayaba (273)	<i>Psidium</i>	B, B
		Pomarrosa (275)	<i>Syzygium</i>	R-R+,B-B-
11. Rubiaceae	4	Jagua (362)	<i>Genipa</i>	B-, B-, B-, B-
12. Rutaceae	2	Naranja agria (362)	<i>Citrus</i>	B
		Limón(363)	<i>Citrus</i>	B
13. Sapindaceae	1	Mamoncillo (464)	<i>Melilocus</i>	M
14. Sapotaceae	8	Canistel (443)	<i>Pouteria</i>	B-, R+
		Caimitillo (446)	<i>Chrysophyllum</i>	M, B, R-
		Caimito blanco (451)	<i>Chrysophyllum</i>	B
		Sapotilla, nispero(452)	<i>Manilkara</i>	B
		Zapote de monte (455)	<i>Pouteria</i>	B-
15. Sterculiaceae	4	Guásima (401)	<i>Guazuma</i>	B, R+, B, B
16. Polygonaceae	3	Uva caleta (348)	<i>Coccoloba</i>	B, B-, B-
Riqueza 16	51	24	21	
Shannon	2,70	2,98	2,74	
Simpson	0,17	0,03	0,04	

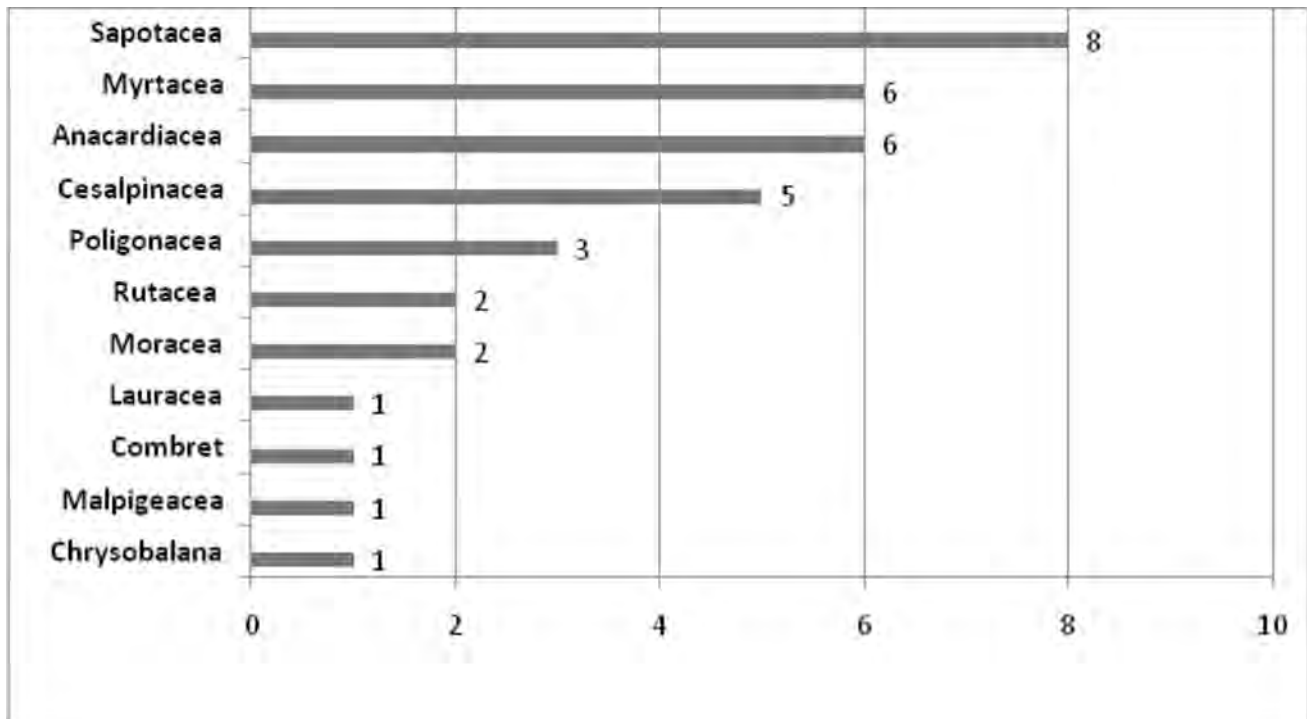


Figura 1. Representación de la riqueza de especies por familias botánicas.

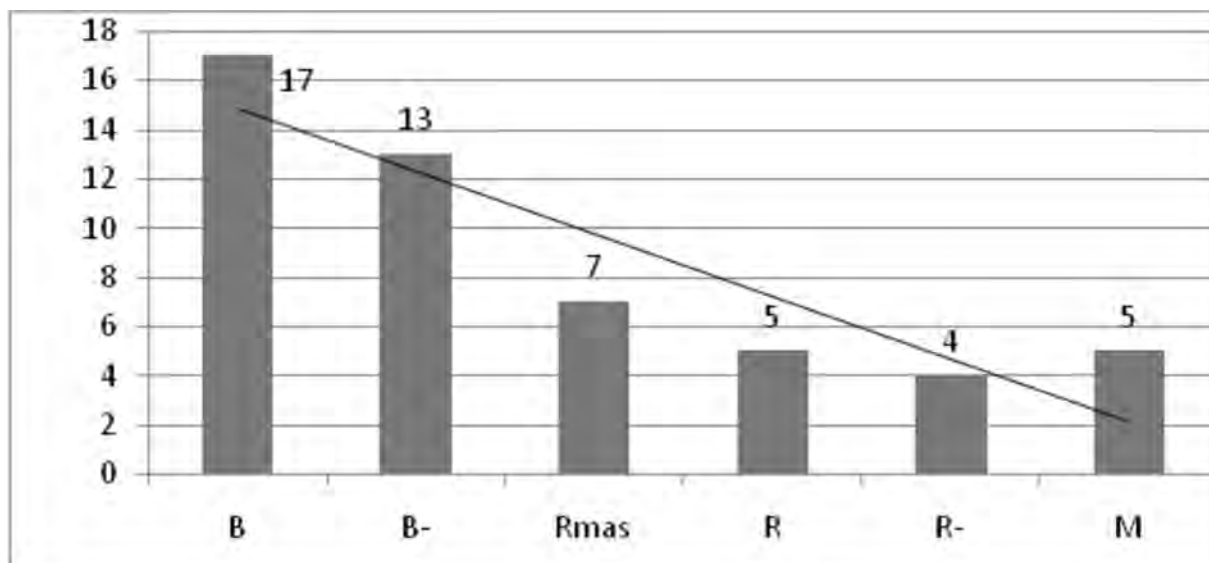


Figura 2. Evaluación cualitativa del estado de la colección de frutales.

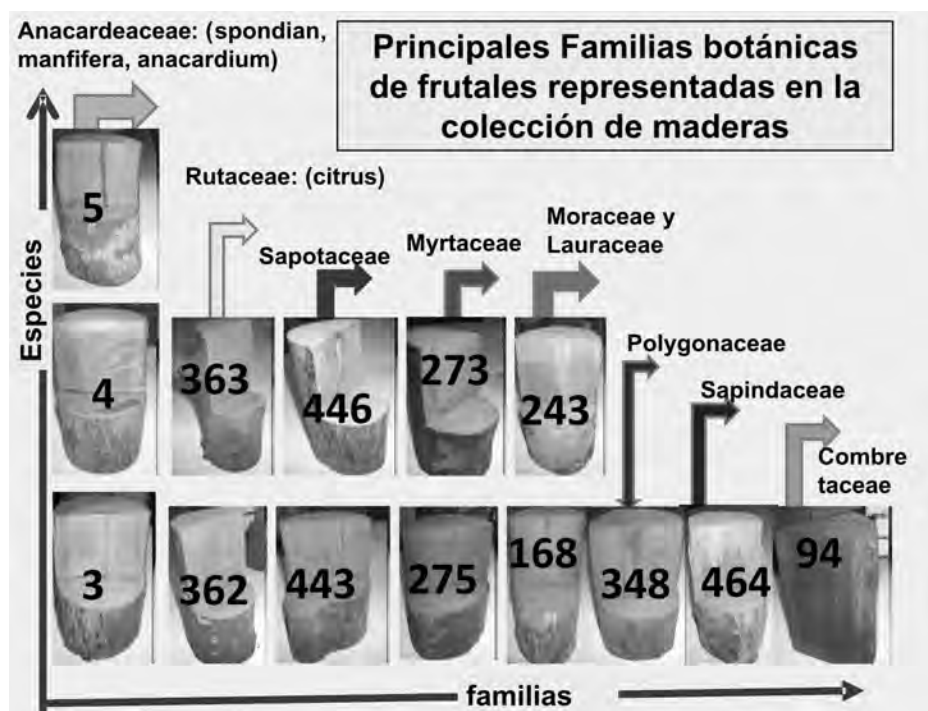


Figura 3. Principales géneros distribuidos en las familias principales.

Servicios ecosistémicos culturales

Según el criterio de Fullan y Tomasella (2014), la gestión del conocimiento es una estrategia que brinda una oportunidad para la programación de diversas actividades de carácter didáctico, divulgativas, de seguimiento y control, así como contratación de servicios y presentación de informes. En este sentido, la colección de frutales, según las evaluaciones realizadas, está lista para la exhibición de muestras. Por otra parte, la utilización de la base de datos completa y facilita la comunicación y apoyo para los estudios de dendrología, botánica sistemática, biología, etnobotánica, biodiversidad, restauración de paisaje, descripciones organolépticas de maderas y otras, ya que proporciona el intercambio de información entre distintas entidades afines y usuarios. Dentro de este marco se proponen realizar actividades de Educación Ambiental en las escuelas de la provincia de Villa Clara (Fig. 4), que es un proceso diseñado para apoyar el desarrollo de actitudes, opiniones y creencias, y la adopción sostenible de conductas que conducen a hombres y mujeres a vivir de mejor manera sus vidas (Sancho, 2002). Además, asegura la elaboración de documentos divulgativos para fomentar el acercamiento a este grupo taxonómico tan vital para apoyar la Agenda Post 2015 declarada por la Organización de las Naciones Unidas para la

Agricultura y la Alimentación (FAO) en la erradicación del hambre.



Figura 4. Conferencias impartidas sobre frutales (Empresa Agro-Forestal Villa Clara).

CONCLUSIONES

- Se identificaron un total de 24 tipos de frutales en la colección, con una población de 51 individuos distribuidos en 16 familias botánicas y 21 géneros, por lo que se considera una nutrida representación de este grupo dentro de la muestra.
- La alta concentración de individuos con evaluaciones de Bien y Regular comprueba que

las muestras de frutales presentan una conservación favorable, por lo que resultan idóneas para elevar la cultura forestal para el reto de garantizar la seguridad alimentaria de la población.

- La evaluación de la diversidad sugiere la incorporación de varios tipos de frutales de la familia Anacardiácea y Anonácea como el mamey de Santo Domingo, la guanábana y chirimoya, que son especies para su establecimiento en los patios en la agricultura familiar y aporte al conocimiento de las nuevas generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Castillo, E., Hechavarría, O. 2006. Especies protegidas por la Ley forestal de Cuba. C. de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 347 p.
- Berazaín, R. 2005. Lista Roja de la Flora vascular cubana. Documentos 4. Jardín Botánico Atlántico, Gijón. 86 p.
- Fallan, R., Tomasella, I. 2014. Estrategia de gestión de conocimientos de la PIMT. Actualidad Forestal Tropical (JP) 22(4):18-23.
- Fundora, Z. 2007. Cuba: Segundo Informe sobre los recursos genéticos forestales para la Agricultura y la alimentación (RFAA). La Habana, INIFAT. 189 p.
- Calzadilla, E., Jiménez, M., Arévalo, V., Mosquera, A., Renda, A. 2013. Sistemas agroforestales en Cuba. La Habana. Instituto de investigaciones Agro-Forestales y Dirección Forestal. 107 p.
- Manzanares, K., Velázquez, D., Gelabert, F. 2009. Metodología de mantenimiento de muestras de Xiloteca. En: Informe Final Proyecto DB-27. Programa Científico Diversidad Biológica. 101 p.
- Merlán, G., et al. 2013. Diagnóstico de las colecciones vivas y de maderas de la Estación Forestal de Placetas. En: Memorias IV Congreso Forestal Argentino Latinoamericano. Iguazú, Argentina. ISSN: 1669-6786.
- Oviedo, R. 2015. Procedimientos curatoriales de herbarios. En: II Taller de Herbarios. La Habana. Quinta de los Molinos. 5 p.
- Rodríguez, J.L. 2015. Contribución a la estrategia de conservación de *Juglans jamaicensis* C. DC. en el Parque Nacional Turquino. 110 h. Tesis (en opción grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
- Sancho, C. 2001. La educación ambiental, la extensión y la perspectiva de género. Revista Forestal centroamericana (CR) 33: 38-41.
- Velázquez, D. et al. 2011. Xiloteca de maderas cubanas. FAO. Instituto de Investigaciones Forestales. 45 p.
- Manzanares Ayala, K. 2014. Colecciones biológicas preservadas. En: Mercadet, A. Adaptación, manejo y usos del género *Eucalyptus* en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. p. 65-71.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Katia Manzanares Ayala

Doctora en Ciencias Forestales, investigadora auxiliar, profesora instructora de la Universidad de las Artes, ha sido oponente de varias tesis doctorales del Tribunal de Ciencias Forestales y de Maestría del Programa de Agricultura Urbana. Forma parte del Colectivo de Autores del libro *Bosques de Cuba*. Ha dirigido diferentes proyectos de investigación en el Grupo de Productos Forestales. Recibió Premios Organismos en 2007-2009 y varios reconocimientos en el Forum de Ciencia y Técnica. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

ETNOBOTÁNICA DE LA FLORA LEÑOSA CIRCUNDANTE AL BANCO DE GERMOPLASMA DE *CEDRELA ODORATA* L. Y LA COMUNIDAD EL CONGRÍ

THE ETHNOBOTANICS OF THE WOODY FLORA SURROUNDING THE *CEDRELA ODORATA* L. GERMOPLASM BANK AND THE COMMUNITY EL CONGRÍ

M.Sc MAGALYS ARCIA-CHÁVEZ, ING. ALAIN PUIG-PÉREZ Y TÈC. MARINA RODRÍGUEZ-GUERRA

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa.
Carretera a Victorino Km 1½ La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, telef. 0123 391387,
investigadores@guisa.inaf. co.cu

RESUMEN

El estudio se realizó por especialistas de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma, con el objetivo de determinar mediante un estudio etnobotánico los usos de la flora leñosa circundante entre el Banco de Germoplasma de Cedrela odorata L. y la comunidad El Congrí, situada a 3 ½ km de la cabecera del municipio, carretera vía Pueblo Nuevo, perteneciente al Consejo Popular El Bombón, para ello se realizaron entrevistas semiestructuradas a los comunitarios y recorridos por el área, lo que permitió listar 40 especies, pertenecientes a 36 géneros, distribuidas en 22 familias botánicas. Como resultado se obtuvo que a 36 especies se les otorga la categoría de medicinales, cinco se consideran ornamentales, 13 de ellas son melíferas y cinco son usadas en rituales. Este estudio, favorece la educación ambiental comunitaria, ofreciendo de las especies medicinales datos sobre partes empleadas, usos y formas de administración.

Palabras claves: *determinar, etnobotánica, flora circundante, educación.*

ABSTRACT

This study was developed by the Agro-Forestry Experimental Station in Guisa, Granma, to determine, by means of an ethno-botanical study, the uses of the accompanying woody flora in Germplasm Bank Cedrela odorata L. and the community El Congrí, located at 3 ½ km from the central town of the municipality, along the road of Pueblo Nuevo town, belonging to the People's Council EL Bombón. The study included several semi structured interviews to the community inhabitants and visits to the area, which allowed to list 40 species, belonging to 36 genres, distributed in 22 botanic families. As results, out of the 40 species, 36 species were categorized as medicinal, five are ornamental, 13 are melliferous, and five are used in rituals. This study contributes to the community environmental education, providing data of the medicinal species related with the parts used, what are they used for and the ways they are employed.

Key words: *to determine, ethno botanic, accompanying flora, education*

INTRODUCCIÓN

La etnobotánica es la disciplina de la botánica que estudia la interacción entre las plantas y los seres humanos en las sociedades antiguas y actuales, se ocupa de recopilar todos los conocimientos populares sobre los vegetales y sus usos tradicionales para, posteriormente, interpretar el significado cultural de tales relaciones. Esta relación sociedad-plantas es siem-

pre dinámica. Es una disciplina antropológica dedicada al conocimiento indígena de los usos de las plantas y adopta un sistema interno. Otras potencialmente útiles incluyen la antropología ecológica y la ecología del comportamiento humano. Estas han desarrollado metodologías para estudiar la utilización humana del mundo natural. La metodología de un estudio etnobo-

tánico sigue, en parte, la propia de un estudio de corte etnográfico; sin embargo, una correcta interpretación de los datos no es posible sin un sólido conocimiento botánico. Por otro lado, es evidente que investigaciones dedicadas a este saber deben estar basadas en varias disciplinas científicas como la Antropología, la Sociología o la Agronomía.

Se ocupa, en primer lugar, de las plantas de interés económico. Desde la antigüedad los pueblos descubrieron el valor alimenticio de numerosas plantas como los cereales (arroz, trigo, maíz), la patata, la caña de azúcar o el olivo. Sin embargo, las especies vegetales han recibido multitud de usos, desde la obtención de fibras (lino y algodón), maderas de construcción (roble, pino, abeto, haya, nogal y bambú), estimulantes y narcóticos (cannabis, adormidera, belladona), medicinas (digital, mandrágora, quina, beleño), tintes (índigo, henna), especias (vainilla, canela, pimienta), perfumes (lavanda, sándalo), venenos (cicuta, belladona) o bebidas fermentadas (vino, sake, ron), hasta la decoración o adorno de calles, viviendas o jardines (plantas ornamentales).

Esta disciplina se ocupa también de otros aspectos relacionados con el mundo vegetal, entre los que destacan, desde la protección de las especies amenazadas o el rescate de los conocimientos sobre los vegetales y sus propiedades, hasta la domesticación de nuevas plantas útiles. La Estación Agro-Forestal Guisa recopila información sobre 40 especies leñosas que circundan entre el Banco de Germoplasma de cedro y el asentamiento poblacional El Congrí con el objetivo de determinar mediante un estudio etnobotánico los usos que se les atribuye por los comunitarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

La comunidad El Congrí, perteneciente al Consejo Popular El Bombón, cuenta con una extensión de 12,5 ha y 163 habitantes, situado a 3 ½ km de la cabecera del municipio, carretera vía Pueblo Nuevo, colinda con el Banco de Germoplasma de *Cedrela odorata* L. (cedro), perteneciente al patrimonio forestal de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, el que se encuentra ubicado entre las abscisas 177 y 178 y coordenadas 532 y 533, entre los 76°30' y 76°31' de longitud oeste (hoja cartográfica 4876-1), donde la temperatura y la precipita-

ción promedio anual alcanzan los 30,53 °C y los 1332,88 mm de lluvia, respectivamente. La altitud máxima es de 260 msnm, tomado de Rodríguez (2004).

Según Rodríguez (2004), en el área objeto de estudio coexisten 108 especies pertenecientes a 94 géneros y distribuidas en 52 familias botánicas.

Para la ejecución del presente estudio se efectuaron visitas a la comunidad El Congrí, con el fin de determinar mediante un estudio etnobotánico los usos que le atribuyen los comunitarios a la flora leñosa circundante entre el Banco de Germoplasma de *Cedrela odorata* L. y la mencionada comunidad. Se realizaron expediciones al bosque de la estación para conocer la abundancia de las especies en el mismo.

Para la identificación taxonómica de las especies se consultaron especialistas del CITMA, además fuentes como *Árboles de Cuba*, de Joannes Bisse (1988), *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*, de Juan Tomás Roig, tt. I y II (1985), *Los productos forestales no madereros* (2001). Se consultó el resultado publicado referente a la caracterización del bosque de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa por Rodríguez (2004), en la revista *Tatascan* del mismo año. Además, se realizaron consultas a las especies protegidas por la Ley Forestal de Cuba de Arnaldo Álvarez (2006). Para la actualización de la nomenclatura se consultó a R. Acevedo, P. Strong y T. Mark: *Catalogue of seed plants of the west Indies* (2012). Para recopilar la mayor información sobre el uso popular de las especies se realizaron entrevistas semiestructuradas a los pobladores y residentes en la comunidad (Anexo 3), los que fueron corroborados en el Formulario Nacional Fitofármacos y Apifármacos (2010) y *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*, de Juan Tomás Roig (1988). A partir de los resultados obtenidos se establecieron cuatro categorías: medicinal, ornamental, ritual y melífero. Durante las entrevistas se conoció que los pobladores consideran seis especies como venenosas, las que fueron corroboradas en Roig (1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del estudio realizado se obtuvo una relación de 40 especies, identificadas según su hábito de crecimiento, de ellas 33 arbóreas

para un 82,5 % (Tabla 1) y siete arbustivas para un 17,5 % (Tabla 2). No se registraron las especies herbáceas por ser sometidas a tratamientos sistemáticos.

Tabla 1 Relación de especies arbóreas circundantes a la plantación de cedros y comunidad

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Mangifera indica</i> L., Sp. Pl.	Mango	Anacardiaceae
<i>Anacardium occidentale</i> Lin	Marañón	Anacardiaceae
<i>Annona reticulata</i> Lin.	Mamón	Annonaceae
<i>Annona mucicata</i> L.	Guanábana	Annonaceae
<i>Annona squamosa</i> Lin.	Anon	Annonaceae
<i>Roystonea regia</i> (HBK.) O.F. Cook.	Palma real	Arecaceae
<i>Acrocomia armentalis</i> (Morales) L.H. Bailey & E.Z. Bailey	Corojo	Arecaceae
<i>Crescentia cujete</i> L.	Güira	Bignoniaceae
<i>Ehretia tinifolia</i> L	Quiebra hacha	Boraginaceae
<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	Cúrbana	Canellaceae
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey	Clusiaceae
<i>Guasuma ulmifolia</i> , HBK	Guácima	Sterculiaceae
<i>Gliricidia spium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Piñón florido	Fabaceae
<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Turpin ex Pers.) DC	Guamá de sogá	Fabaceae
<i>Geoffroea inermis</i> W. Wright, London Med. J	Yaba	Fabaceae
<i>Talauma orbicularis</i> Britt et Wils.	Marañón de la sierra baja	Magnoliaceae
<i>Barbylus jamaicensis</i> DC	Cabo de hacha	Meliaceae
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Caoba	Meliaceae
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Algarrobo del país	Mimosaceae
<i>Phitecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Tamarindo chino	Mimosaceae
<i>Ficus crassinervia</i> Desf. ex Willd.	Jagüey	Moraceae
<i>Ficus</i> sp.	Jagüey	Moraceae
<i>Cecropia peltata</i> Lin.	Yagruma	Moraceae
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn	Bijáguara	Ramnaceae
<i>Cupania americana</i> L.	Guáranó hembra	Sapindaceae
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	Sapindaceae
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	Cuyá	Sapotaceae
<i>Sideroxylon domingensis</i> Urb.	Juba	Sapotaceae
<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.	Jocuma	Sapotaceae
<i>Nectandra coriácea</i> (Sw.) Griseb.	Cigua	Lauraceae
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Lauraceae
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit. subsp. <i>leucocephala</i>	Leucaena/ Ipil-Ipil	Mimosoideae
<i>Alvaradoa amorfoide</i> Lieb.	Periquillo	Simaroubaceae

Tabla 2. Relación de especies arbustivas circundantes

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Guao	Anacardiaceae
<i>Tournifortia hirsutissima</i> Lin.	Nigua	Boraginaceae
<i>Erithroxylon havanense</i> Hacq.	Jibá	Erithroxylaceae
<i>Casearia alba</i> A. Rich.	Jía blanca	Flacurticaceae
<i>Syzygium jambos</i> L. Alston	Poma rosa	Mirtaceae
<i>Psidium guajava</i> Lin.	Guayaba	Mirtaceae
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp. <i>oliviforme</i>	Caimitillo	Sapotaceae

Se realizó análisis de frecuencia absoluta representando las especies por familias, siendo las más distintivas la Sapotaceae con cuatro

especies, seguida de la Anacardiaceae, Annonaceae, Fabaceae y Moraceae, con tres especies, respectivamente (Fig. 1).

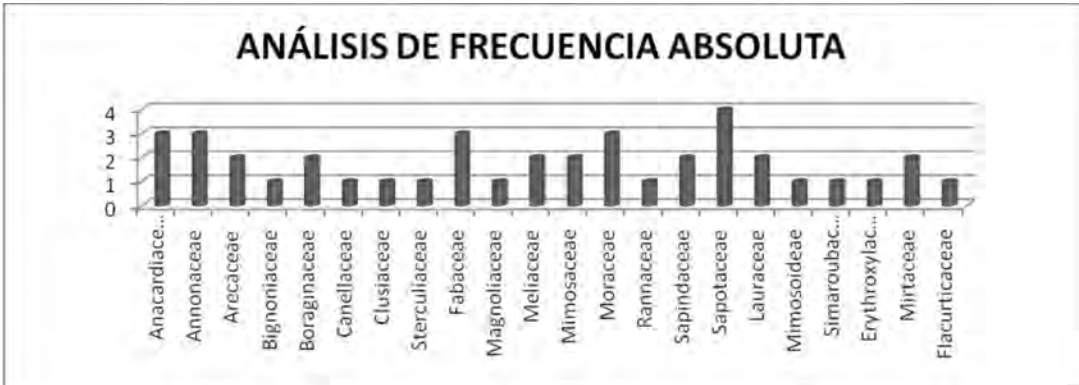


Figura 1. Número de especies por familias.

Se clasificaron de acuerdo a los diferentes usos que la comunidad les atribuye. Los resultados arrojaron que cinco especies se consideran ornamentales, para un 12,5 %, 13 de ellas son melíferas, para un 32,5 %, cinco son usadas en la localidad como religiosas o rituales, para el

12,5 % del total, y 36 de ellas se les considera medicinales, para un 90 %, las que fueron corroboradas por fuentes importantes como *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*, de Juan Tomás Roig (1988).

Tabla 3. Especies consideradas ornamentales, usadas en rituales y melíferas

Categorías	Especies
Ornamental	<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O.F. Cook.
	<i>Clusia rosea</i> Jacq.
	<i>Ficus crassinervia</i> Desf. ex Willd.
	<i>Ficus</i> Sp.
	<i>Cecropia peltata</i> Lin.
Religión o de uso ritual	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.
	<i>Barbylus jamaicensis</i> DC
	<i>Erithroxylon havanense</i> Hacq.
	<i>Roystonea regia regia</i> (H.B.K.) O.F. Cook.
	<i>Cecropia peltata</i> Lin.

Melíferas	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.
	<i>Mangifera indica</i> L., Sp. Pl
	<i>Sideroxylon salicifolium</i> Jacq.
	<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O. F. Cook.
	<i>Guasuma ulmifolia</i> , H.B.K.
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq
	<i>Persea americana</i> Mill.
	<i>Acrocomia armentalis</i> (Morales) L.H. Bailey & E.Z. Bailey
	<i>Gliricidia spium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.
	<i>Cupania americana</i> L.
	<i>Erithroxylon havanense</i> Hacq.
	<i>Geoffroea inermis</i> W. Wright, London Med. J.
	<i>Syzygium jambos</i> L. Alston

Tabla 4. Uso medicinal

Especie	Partes empleadas	Usos	Formas de preparación
<i>Mangifera indica</i> L., Sp. Pl.	Corteza y resina	Astringentes	Cocimientos
	Hojas	Odontálgicas y antiasmáticas	
	Raíces, flores y frutos verdes	Antiescorbúticas	
<i>Anacardium occidentale</i> Lin.	Frutos	Contra la hemoptisis	Natural y cocimiento
	Resina	Contra el catarro	
	Hojas	Astringentes	
<i>Comocladia dentata</i> Jacq.	Látex	Para destruir verrugas	Natural
<i>Annona reticulata</i>	Frutos verdes	Antidiarreico	Cocimiento
<i>Annona muricata</i> Lin.	Hojas	Anticatarrales, contra inflamaciones, diaforéticas, antiespasmódicas	Cocimiento, natural y tintura
	Frutos	Alivian la uretritis	
	Flores	Pectorales	
	Semillas	Vomitivas y contra la pediculosis	
<i>Annona squamosa</i> Lin.	Retoños	Para resfriados e indigestiones	Cocimiento, Maceración
	Hojas	Contra la albúmina	
	Semillas	Insecticidas	
<i>Roystonea regia</i> (H.B.K.) O.F. Cook.	Raíces	Diuréticas y para la diabetes	Cocimiento
<i>Acrocomia armentalis</i> (Morales) L.H. Bailey & E.Z. Bailey	Frutos	Nutritivos, refrescantes y diuréticos	Fruto natural y la grasa para fricciones
	Manteca	Desinflama las articulaciones	
<i>Crescentia cujete</i> L.	Fruto	Anticatarral, contusiones,	Pulpa con miel, y en cocimiento
	Corteza	Heridas del ganado	
	Hojas	En lavados vaginales	
<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Hojas	Diuréticas	Cocimiento y baños
	Ramas	Para enfermedades de la piel	

<i>Tournifortia hirsutissima</i> Lin.	Planta entera	Depurativa en enfermedades venéreas	Infusión y maceraciones
	Hojas maceradas	Diurética, diarreas y vómitos, para enfermedades de la piel y antiespasmódicas	
	Raíces	Diuréticas, en cataplasmas para expulsar niguas	
<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	Corteza	Como droga, afrodisiaca, antirreumática, carminativa, abortiva	Cocimiento y fricciones
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Resina	Adhesiva en hernias y fracturas	Natural e infusiones
	Hojas	Pectorale	
	Frutos	Venenosos y el purgante	
<i>Erithroxylon havanense</i> Hacq.	Ramas	Hemostáticas	Cocimiento
	Raíces	Diurético, enfermedades venéreas,	
	Leño y hojas	Enfermedades renales y hepáticas	
<i>Guasuma ulmifolia</i> , H.B.K.	Jugo de la corteza	Emoliente, contra el guao	Natura y decocción
	Raíces	Contra almorranas	
	Hojas	Disenteria, caída del cabello, depurativa	
<i>Gliricidia spium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	Ramas, hojas y raíces	Contra enfermedades de la piel (considerada venenosa)	Baños
<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Turpin ex Pers.) DC	Hojas	Diuréticas	Cocimiento
	Raíces	Contra infecciones en la uretra	
<i>Geoffroea inermis</i> W. Wright, London Med. J	Corteza	Antihelmíntica, antifebril, tóxico, narcótico, acre	Purgante y baños
	Hojas	Contra guao	
<i>Talauma orbicularis</i> Britt et Wils	Hojas y renuevos	Astringentes y aromáticas	Infusión y té, para aromatizar licores y tisanas
	Flores	Aromatizantes de licores	
	Corteza	Pectorales	
<i>Barbylus jamaicensis</i> DC	Hojas	Contra úlceras de la piel	Baños y Cocimiento
	Flores	Purgantes	
	Raíces	Eméticas	
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Corteza	Antiespasmódica y antitetánica	Cocimiento
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Ramas	Contra enfermedades de la piel	Baños y cocimiento
	Corteza	En enfermedades hepáticas	
<i>Phitecellobium dulce</i> (Roxb) Benth.	Pulpa de los frutos	Astringentes	Natural y en cataplasmas
	Corteza	Hemostática	
	Goma	Mucilaginosas	
	Hojas	Alivian convulsiones y dolores venéreos	
<i>Syzygium jambos</i> L. Alston	Corteza	Emetocatórtica	Cocimientos
	Raíces	Contra la epilepsia	
<i>Psidium guajava</i> Lin.	Hojas, frutos verdes, cogollos	Astringentes, anti diarreicas	Cocimientos
	Corteza	Astringentes, contra resfriados	
<i>Ficus crassinervia</i> Desf. ex Willd.	Hojas	Emolientes, contra enfermedades cutáneas	Baños y emplastos
<i>Ficus</i> Sp.	Hojas	Emolientes contra enfermedades cutáneas	Baños y emplastos
<i>Cecropia peltata</i> Lin.	Hojas	Pectorales, antiasmáticas, astringentes, ipostenizantes, cardiovasculares, antidi-sentéricas, vulnerarias y diuréticas	Cocimiento
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn.	Planta entera	Antiséptica	Baños
<i>Cupania americana</i> L.	Hojas y corteza	Contra cálculos renales y catarro	Cocimiento
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Frutos	Atemperantes	Natural
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L. subsp. <i>oliviforme</i>	Hojas	Astringentes	Baños

<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb	Hojas	Astringentes	Decocción
	Corteza raíces	Estimulantes	
<i>Persea americana</i> Mill.	Retoños	Suspenden la menstruación, abortivos, contra la tos, estabilizadores de presión arterial	Cocimiento y natural
	Pulpa	Cura supuraciones de heridas, afrodisiaca, emenagoga, suaviza la piel	
	Semillas	Para expulsar parásitos intestinales y contra dolor de muelas	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit subsp. <i>leucocephala</i>	Raíces	Abortivas, y emenagogas	Cocimiento
<i>Alvaradoa amorfoide</i> Lieb.	Corteza	Antiherpética, antihelmíntica	Decocción

CONCLUSIONES

- Se registraron 40 especies leñosas, distribuidas en 36 géneros y 22 familias botánicas, en el área limítrofe al Banco de Germoplasma de *Cedrela odorata* L. y la comunidad El Congrí, obteniendo como resultado del estudio etnobotánico el reporte de cuatro categorías fundamentales: medicinal, ornamental, ritual y melíferas.
- De las especies de uso medicinal solo el 25 % está reportada por el Formulario Nacional de Fitofármacos y Apifármacos de 2010, siendo necesaria la validación científica para el resto de los usos de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, R.P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of seed plants of the west Indies. Smithsonian Institution Scholarly Press. Smithsonian contributions to Botany Washington DC. No. 98. 1192p.

Álvarez, A., Castillo, E., Hechavarría, O. 2006. Especies protegidas por la Ley Forestal de Cuba. Ciudad de La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 350p.

Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 158p.

DFID. 2001. Productos forestales no madereros. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencia y principios biométricos. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 68p.

Grupo Nacional de Aseguramiento de productos Naturales a nivel local y dispensarial. 2010. Formulario Nacional Fitofármacos y Apifármacos. La Habana. Editorial Ciencias Médicas. 27p

Roig Mesa, J. T 1985. Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. Tomos I y II. La Habana. Editorial Consejo Nacional de Universidades. 198p.

Roig Mesa, J. T. 1988 Plantas medicinales, aromáticas y venenosas de Cuba. Tomos I y II.. 200 p.

Rodríguez, J.L. *et al.* 2004. Caracterización de la flora del bosque natural de la Estación Experimental Forestal Guisa. Tattaskan Revista Técnico Científica de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (HN) 16(1): 9-22, junio.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Magalys Arcia Chávez

Licenciada en Agronomía, Máster en Ciencia, en Educación Ambiental, profesora asistente, adjunta de la Universidad de Granma, ha dirigido y participado en diferentes proyectos de corte ambiental. Tiene dos resultados registrados en el Centro Nacional de Derecho de Autor. Realizó posgrados en Nomenclatura Vegetal, Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Proyectos de Desarrollo, Metodología de la Investigación, Didáctica de la Enseñanza Superior, Comunicación en lo Cotidiano, entre otros. Autora y coautora de publicaciones científicas sobre temas medioambientales y de conservación de recursos naturales es acreedora de un Premio Ramal de la Agricultura y ha inscrito resultados de sus investigaciones.

ANEXO

Entrevista semiestructurada

La Estación Experimental Agro-Forestal Guisa se encuentra desarrollando un estudio etnobotánico en la comunidad El Congrí, con el objetivo de determinar mediante los usos que se les atribuyen por los pobladores a las especies leñosas, colindantes entre la comunidad y el Banco de Germoplasma de *Cedrela odorata* L. (cedro), por lo que agradecemos su colaboración en la ejecución del mismo.

1. ¿Utiliza usted plantas o parte de ellas para aliviar sus dolencias?
 - a) ¿Cuáles?
 - b) ¿Qué partes emplea?
 - c) Forma de preparación.
2. Otros usos que le atribuye a las especies leñosas aledañas a la comunidad y el Banco de Cedros de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa.
 - a) ¿A cuáles?
 - b) ¿Qué uso les da?
 - c) ¿Qué partes emplea?
 - d) Forma de preparación.

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.

POTENCIALIDADES DE LA BIOMASA DE LA ESPECIE *DICHOSTACHYS CINEREA* (L.) WIGHT ET ARM. (MARABÚ) PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD. ESTUDIO DE CASO

POTENTIALITIES OF THE BIOMASS OF THE SPECIES *DICHOSTACHYS CINEREA* (L.) WIGHT ET ARM. (MARABÚ) FOR THE GENERATION OF ELECTRICITY. CASE STUDY

M.Sc. LIZEYDA PAREDES-MOREJÓN¹ E ING. ROLANDO PADRÓN-PÉREZ¹

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

RESUMEN

La especie *Dichostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú) en Cuba ha causado grandes daños, inhabilitando cuantiosas hectáreas de suelo agrícolas, por ser una planta invasora, espinosa, que dificulta su cosecha manualmente; se han reconocido y estudiado sus bondades, ya que mejora los suelos fijando nitrógeno e incorporando abundante materia orgánica en ellos. El Instituto de Investigaciones Agro-Forestales ha realizado diferentes estudios sobre las propiedades físico-mecánicas y químicas de su madera, arrojando una alta densidad y elevado poder calórico, elementos que permiten considerar este arbusto dentro de las especies de potencial de biomasa para la producción de energía. Este estudio tiene como objetivo evaluar las potencialidades de la biomasa del marabú para la generación de electricidad en la UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte. A partir de 205,13 t de esta biomasa, fueron sustituidas 162,05 t de fuel oil, lo que le ahorró al país el equivalente a 64 758,42 dólares.

Palabras claves: Biomasa, generación de electricidad, producción de energía y marabú.

ABSTRACT

The species *Dichostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú) in Cuba has caused great damage by disabling large acres of agricultural land, for being an invasive, thorny plant that hinders its harvesting manually, its benefits have been recognized and studied since it improves the soil by fixing nitrogen and incorporating abundant organic matter in them. The Institute of Agro-Forestry Research has carried out different studies on the physical-mechanical and chemical properties of its wood, yielding a high density and high caloric power, elements that allow to consider this shrub within the species of biomass potential for the production of Energy. The objective of this study is to evaluate the potentialities of the marabou biomass for the generation of electricity in the UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte, from 205.13 t of this biomass, 162.05 tons of fuel oil were substituted. saved the country the equivalent of 64 758.42 USD.

Key words: Biomass, generation of electricity, production of energy, marabú.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de la biomasa en energía, transformándola, por ejemplo, en combustibles líquidos o gaseosos, los cuales son más convenientes y eficientes. (Urbáez *et al.*, 2007). Estudios recientes han estimado que la biomasa podría suministrar alrededor de un quinto de la energía eléctrica y dos quintos del uso directo

de combustibles para 2050, principalmente en los países en desarrollo (FAO, 1997; Schroeler *et al.*, 2007, Schroeler *et al.*, 2009; y Guyat *et al.*, 2014).

Las fuentes de biomasa que pueden ser usadas para la producción de energía cubren un amplio rango de materiales y fuentes. Los residuos de la industria forestal y la acuicultura, los desechos urbanos y las plantaciones energéticas se usan

generalmente para procesos modernos de conversión que involucran la generación de energía a gran escala, enfocados hacia la sustitución de los combustibles fósiles (Urbáez *et al.*, 2007).

La especie *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arm.) fue introducida en Cuba como planta ornamental procedente de África del Sur y naturalizada en toda la isla; es un arbusto que alcanza más de 5 m de altura, se desarrolla en suelos ligeros, arenosos y ácidos, siguiendo a una distribución de la vegetación natural (Bisse, 1988). Este arbusto espinoso, cuyo tronco puede adquirir diámetros mayores de 12 cm, presenta una madera de preciadas características estéticas y funcionales que puede emplearse para diferentes usos (Guyat *et al.*, 2015). Es considerada indeseable por la afectación que ha provocado a objetivos económicos específicos, fundamentalmente agropecuarios. La existencia de esta especie leñosa en los campos cubanos se hacía sentir pesadamente a principios del pasado siglo, ya que según datos estadísticos, en 1932 había cubierto 33 000 caballerías, y en 1960 la cifra se había duplicado, tal como informa Acuña, referido por Ibáñez *et al.* (2000) y Manzanares *et al.* (2008).

El uso de la biomasa obtenida a partir de arbustos de *Dichostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú) significará el control y eliminación de una especie foránea invasiva, que ha inhabilitado más de 1,5 millones de hectáreas de suelos agrícolas por más de un siglo, a lo largo y ancho de nuestro país. Este hecho permite valorizar su uso, liberar tierras para la plantación de otras especies energéticas, bosques ambientales, además de la producción de alimentos.

El presente estudio se rige por los principios de la Revolución Energética en Cuba, donde se prioriza el uso de las energías renovables, y en especial aquellas con grandes potencialidades como la biomasa, combustible verde y fuente de tecnología limpia que reduce la necesidad de importación de combustibles fósiles.

Este estudio de caso es uno de los que desarrolló el proyecto Biomasa Marabú, contribuyendo de esta manera al aprovechamiento de la biomasa de esta especie invasora mediante dos esquemas tecnológicos, uno semimecanizado y otro mecanizado. En este caso los resultados obtenidos corresponden al primero, el cual consta de una

cadena productiva compuesta por motosierras, astilladora, grúa y camión para la transportación de esta materia prima hasta el central.

El objetivo del trabajo es valorar las potencialidades de la biomasa de la especie *Dichostachys cinerea* (L.) Wight et Arm. (marabú) para la generación de electricidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizan las propiedades físico-mecánicas y químicas de la especie *Dichrostachys cinerea* determinadas por el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (Manzanares *et al.*, 2008) a fin de valorar sus cualidades como especie energética y fundamentar su utilización para la producción de energía.

Área de estudio

La UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte se encuentra en el municipio de Florida, al centro sur de la provincia de Camagüey. La entidad es administrada por el Grupo Azucarero AZCUBA y cuenta con dos áreas fundamentales de producción: azúcar refino y otros productos como sorbitol, fructuosa, mieles, sirope saborizado y agua desmineralizada, además de energía eléctrica y subproductos como cachaza y bagazo. Esta producción consume en su proceso bagazo y combustible fósil, este último en mayor cuantía durante el período fuera de zafra.

El uso de combustible fósil genera costos y contaminación, además de los problemas de aseguramiento del mismo. De ahí que la búsqueda de combustibles alternativos sea de importancia para la entidad.

A partir de 2013 se incorpora como estudio de caso piloto al Proyecto Biomasa Marabú, liderado por la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF) con el objetivo de emplear la biomasa de marabú como combustible en su proceso productivo.

Para el desarrollo del trabajo se ejecutó una etapa de gabinete (organización) y otra de campo, para la cual se constituyeron cuatro brigadas de seis miembros cada una, definiéndose las operaciones fundamentales a realizar (limpieza de área, corte y troceado con motosierra, cargue y apilado manual en acopiadero temporal y cargue para el camión, y por último pesaje del

camión en la báscula del central), seleccionándose áreas de marabú con diámetros de más de 10 cm para su aprovechamiento.

Las actividades a realizar incluyeron la limpieza del área con desbrozadora manual de combustión interna, el corte (motosierra) de marabú y troceado de los troncos, el apilado manual de

los troncos y ramas gruesas, y el cargue de la biomasa y descargue en el acopiadero temporal establecido próximo al área de aprovechamiento, trasladándose posteriormente en un camión con vikingo hacia el central, donde se pesó en la báscula para conocer el tonelaje de biomasa entregada (Fig. 1).



Figura 1. Acopiadero, cargue manual para el camión y pesaje del camión en la báscula.

La biomasa se astilló con una astilladora fija y se vertió en el transportador de banda a través del cual se traslada hasta las calderas del área

termoenergética del central para la producción de energía (Fig. 2).



Figura 2. Astilladora fija, biomasa de marabú en forma de astilla y transporte de la biomasa hasta las calderas.

A partir del volumen de biomasa de marabú entregado al central, se calculó la energía producida por él para su consumo en el proceso productivo, así como la entregada a la red nacional, además se valoraron otros beneficios. Todos estos datos fueron aportados por los directivos de la UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte.

Refieren lo siguiente:

1 t de *fuel oil* genera la energía que produce 5 t de azúcar refino.

1 t de biomasa de marabú genera la energía que produce 3,96 t de azúcar refino.

1 t de biomasa de marabú produce 588,24 kWh y entrega a la OBE 163,11 kWh.

1 t de combustible fósil (junio de 2015) le cuesta al país 505,85 USD y 594,00 CUP.

La relación de sustitución de importación de *fuel oil* por biomasa de marabú sería $3,96 \text{ t} / 5 \text{ t} = 0,79 \text{ t}$

Para la producción de refino

Si se utiliza 0,79 t de marabú x 505,85 USD = 399,62 USD/t, o sea por cada tonelada de biomasa de marabú usada en la producción de refino se sustituyen 399,62 USD.

Demanda de biomasa del central 156 t/día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los estudios realizados por Manzanares *et al.* (2008) la *Tabla 1* muestra los valores determinados para la especie que la clasifican como de alta densidad, muy dura, pesada y resistente, aspectos que favorecen sus cualidades como

especie energética, además de otras características químicas como su alto poder calórico, porcentaje de lignina, celulosa y extractivos en agua que la convierten en una excelente portadora energética.

En el caso del contenido calórico por unidad de masa, es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa y está relacionado directamente con su contenido de humedad. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material (Urbáez *et al* 2007).

Tabla 1. Propiedades físico-mecánicas y características químicas del marabú valoradas

Propiedades físico-mecánicas					
Propiedades		U/M	Valor medio	Clasificación	
Densidad 15 % de humedad		g/cm³	1,11	Muy pesada	
Dureza janka		kg	1000	Muy dura	
Propiedades químicas					
Propiedades	Poder calórico (kcal/kg)	Extractivos en agua (%)	Extractivos en agua caliente (%)	Lignina (%)	Celulosa (%)
	4654	12,49	13,49	33,27	47,99

Fuente: Manzanares *et al.* (2008).

Otros estudios realizados por Guyat *et al.* (2015) expresan que la especie se encuentra entre las principales especies energéticas del país por su alto poder calórico, seguido del *Conocarpus erecta* (yana), la *Casuarina equisetifolia* Forst, *Acacia mangium*, *Eucalyptus* sp., etc.

Energía producida

A partir de las 205,13 t entregadas al central de biomasa de marabú fueron utilizadas para la producción de energía.

Se generaron con la biomasa 120 665,67 kWh. De la energía producida, una parte fue utilizada por el pro-

pio central en su proceso productivo (87 206,92 kWh, que representa el 73 %), y otra parte fue entregada a la red nacional (33 458,75 kWh). Como se observa, el mayor porcentaje de la energía producida es utilizada por el propio central, lo cual implica la sustitución del combustible fósil y menor demanda del mismo por este concepto. Se produjeron 813 t de azúcar refino.

En el caso de la sustitución del *fuel oil* por el uso de la biomasa, se generó un ahorro de 162,05 t de este combustible, lo que económicamente representa un ahorro de 96 257,70 CUP y 64 758,42 USD.

Tabla 2. Efecto económico del uso de la biomasa de marabú como combustible respecto al combustible fósil (*fuel oil*)

Días	Entrega al central de toneladas de biomasa	kWh producido	kWh entregado al SEN	t de azúcar refino	t de combustible fósil sustituido	Ahorro por sust. de comb. fósil (USD)
-	205,13	120 665,67	33 458,75	813,00	162,05	64 758,42
7	1 092,00	642 358,08	178 116,12	4324,32	862,68	344 744,18
30	4 680,00	2 752 963,20	763 354,80	18 532,80	3 697,20	1 477 475,06
180	28 080,00	16 517 779,20	4 580 128,80	111 196,80	22 183,20	8 864 850,38

Como se puede apreciar en los resultados (Tabla 2), muestran el comportamiento de varios parámetros a partir de la demanda diaria del central (156 t de biomasa), el ahorro de combustible fósil (*fuel oil*) que genera al país, por sustitución, la energía consumida en su proceso productivo, así como la entregada al SEN, a los 7, 30 y 180 días de trabajo en el central.

Valoración de beneficios

El empleo de la biomasa de marabú en la producción de energía permite además el abaratamiento de la producción de azúcar refino y sus derivados (sorbitol y fructuosa), así como el pago adicional (162,40 CUP) a los 52 obreros vinculados al área termoenergética del central.

Otro beneficio del uso de la biomasa de marabú como combustible es que por cada MW entregado al SEN se dejan de emitir 0,75 t de CO₂ a la atmósfera. La Unión Europea bonifica estas fuentes de energías renovables a 10 euros la tonelada.

Ejemplo: $4\,580,13 \text{ MW} \times 0,75 \text{ t de CO}_2 = 3435,10 \text{ MW/t de CO}_2 \times 10 \text{ euros} = 34\,351,00 \text{ euros}$, que obtendría la Empresa Azucarera de Camagüey.

El estudio de caso piloto de la UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte muestra en sus resultados preliminares la factibilidad y capacidad de la industria azucarera para la generación de electricidad más allá del período de zafra, a partir del suministro de biomasa no cañeras; además le permite obtener otros beneficios dentro de su proceso industrial.

El estudio sirve de base referencial para futuras proyecciones de bioeléctricas que tiene el país a corto, mediano y largo plazo, y la posibilidad de utilización también de la biomasa de marabú como combustible en sustitución y/o adición a la biomasa cañera y el combustible fósil (*fuel oil*).

El aprovechamiento del marabú de las distintas áreas permite productivamente la liberación de los suelos de esta maleza indeseable, reconvirtiendo los mismos en plantaciones energéticas con especies seleccionadas de rápido crecimiento y alto poder calórico que garanticen volúmenes medios anuales de incremento de biomasa superior a los del marabú, lo que proporciona en un futuro el suministro continuo y permanente de un combustible alternativo para la producción de energía.

CONCLUSIONES

- Con este caso de estudio se demuestra las potencialidades de la biomasa de marabú para su uso como combustible alternativo en las calderas de los centrales azucareros para la generación de electricidad.
- Con el suministro de este combustible renovable se logra la sustitución de 162,05 t combustible fósil (*fuel oil*) para su propio proceso productivo, se obtienen otros derivados y se entrega electricidad a la red nacional (33 458,75 kWh), sustituyendo importaciones equivalentes a un ahorro de 64 758,42 USD.
- El uso de este combustible alternativo ha beneficiado de manera muy positiva, logrando un mayor abaratamiento en los costos de sus procesos productivos y la producción de otros derivados, así como la estimulación económica (CUP) a los obreros vinculados al área termoenergética de la UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte.
- El empleo de materiales lignocelulósicos en la generación de electricidad en sustitución de combustibles fósiles pudiera constituir una contribución al cumplimiento de las obligaciones de Cuba con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- FAO. 1997. Reunión Regional sobre Biomasa para la Producción de Energía y Alimentos. Informes de Países. Ciudad de La Habana. FAO. 150 p.
- Guyat, M.A. et al. 2015. Características de *Dichrostachys cinerea* (L) Wight et arm. (marabú) para la producción de energía. VI Convención Agro-Forestal. La Habana. ISBN 978-959-7215-20-2
- Guyat, M.A. et al. 2014. Producción de energía a partir de la biomasa forestal. VIII Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales (SIMFOR 2014) ISBN 978-959-16-2299-0.
- Informe junio 2015. Presentado por Ing Ariam Echemendía Chávez sobre Resultados preliminares de la biomasa de Marabú suministrada en una primera fase a la UEB Central Azucarero Ignacio Agramonte. (Inédito).
- Manzanares, K. et al. 2008. Caracterización y alternativas de uso de la especie *Dichostachys cinerea* (L) wight et arm. (marabú) Revista Forestal Baracoa (CU) 27(1): 3-12, junio.

Proyecto de Generación eléctrica a partir del empleo de marabú. 2013. Central azucarero Carlos Manuel de Céspedes. Empresa Azucarera Camaguey. (Inédito).

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): 5 -13

Urbáez, C.L., Carballo, L., Arteaga, Y., Márquez, F. 2007. Biomasa: alternativa sustentable para la producción de Biogás [en línea] Dpto. Química. Universidad de Pinar del Río. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos48/biomasa/biomasa2.shtml#ixzz3aDogajDn>

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Lizeyda Paredes Morejón

Máster en Ciencias Forestales con 23 años de experiencia, con más de 20 artículos científicos en los temas de genética, mejoramiento, introducción de especies y prueba de procedencias, recursos fitogenéticos, conservación de los recursos genéticos, proyectos relacionados con la avicultura y el ganado mayor, aceites esenciales, semillas forestales y biocombustibles, dirigiendo un proyecto nacional de obtención de aceite de *Jatropha curcas*, además de formar parte de un proyecto internacional de biomasa marabú para la generación de electricidad a partir de esta especie y otras con potencial energético. Actualmente trabaja en un proyecto nacional con especies energéticas para dar respuesta a las demandas de consumo de combustible de biomasa forestal por las bioeléctricas proyectadas en aras de cambiar la matriz energética del país.

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.

Se confeccionará 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.

Al final se elaborará una breve reseña curricular del autor principal.

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.

FORMA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y apellidos: _____

Institución / Individual: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ País: _____

Código Postal: _____ Teléf.: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

1 año 2 números ☐ 1 número ☐

Números anteriores: ¿Cuáles?: _____

Precio de suscripción (incluye envío)

Moneda Nacional: \$15.00 USD: \$18.00 (un ejemplar)

Favor remitir su cheque a nombre de:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

C.P. 11600

idalmis@forestales.co.cu isisb@forestales.co.cu

SUSCRPTION FROM

Name and surname: _____

Institution / Individual: _____

Address: _____

City: _____ Country: _____

Zip Code: _____ Telephone.: _____ Fax: _____

E-mail: _____

One Year 1 Issues ☐ 2 Issues ☐

Other Issues: ¿Which?: _____

Suscription cost (included remittance)

USD: \$18.00 (one copy)

FSend cheque to order:

Revista Forestal Baracoa

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF)

Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C

Reperto Siboney, Playa, La Habana, Cuba

Z.C. 11600

idalmis@forestales.co.cu isisb@forestales.co.cu